Aus der Chirurgischen Abteilung des
Knappschaftskrankenhauses Bochum - Langendreer
Universitätsklinik der Ruhr - Universität Bochum
(Chefarzt Prof. Dr. W. Kozuschek)

Das Kniegelenk des Bergmanns und die femoropatellare Arthrose

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades der Medizin
einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der Ruhr - Universität zu Bochum

vorgelegt von
Faradjollah Farazandeh
aus Yazd/ IRAN
1983

UNIV.
LEIDEN
NED.

Aus der Chirurgischen Abteilung des
Knappschaftskrankenhauses Bochum - Langendreer
Universitätsklinik der Ruhr - Universität Bochum
(Chefarzt Prof. Dr. W. Kozuschek)

Das Kniegelenk des Bergmanns und die femoropatellare Arthrose

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades der Medizin
einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der Ruhr - Universität zu Bochum

vorgelegt von
Faradjollah Farazandeh
aus Yazd/ IRAN
1983

Dekan:	Prof. Dr. med. W. Kozuschek
Referent:	Prof. Dr. med. W. Kozuschek
Koreferent:	Prof. Dr. med. Muhr

Tag der mündlichen Prüfung: 10. Oktober 1983

Meinen Eltern in Dankbarkeit

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1 - 18
1.1	Einführung in die Problematik	1 - 2
1.2	Biomechanik des femoropatellaren Gelenks	3 - 6
1.3	Chondromalacia patellae und die femoropatellare Arthrose	7 - 18
1.3.1	Definition	7
1.3.2	Häufigkeit	7 - 8
1.3.3	Pathologische Anatomie	8 - 9
1.3.4	Ätiopathogenese	9 - 15
1.3.4.1	Dysplasie der Patella	11 - 13
1.3.4.2	Fehlstellung der Patella	14
1.3.4.3	Hypoplasie der Femurcondylen	14
1.3.4.4	Hypoplasie der Tuberositas tibiae	15
1.3.4.5	Patella partita	15
1.3.5	Symptome und Befunde der Chondromalacia patellae	16 - 18
2.	Fragestellung	19
3.	Methodik	20 - 30
3.1	Auswahlkriterien der drei Gruppen	20 - 22
3.2	Untersuchungsmethoden	23 - 27
3.3	Untersuchungsschema	28 - 30
4.	Darstellung der eigenen Ergebnisse	31 - 64
4.1	Ergebnisse und Analyse der Gruppe A	31 - 42
4.2	Ergebnisse und Analyse der Gruppe B	43 - 51
4.3	Ergebnisse und Analyse der Gruppe C	52 - 64
5.	Statistische Grundlagen und Auswertung der Ergebnisse	65 - 75
6.	Diskussion	76 - 94
7.	Zusammenfassung	95 - 97
8.	Literaturverzeichnis	98 - 107
9.	Danksagung	108
10.	Lebenslauf	109 - 110

1. EINLEITUNG

1.1 EINFÜHRUNG IN DIE PROBLEMATIK

Die Tagung der Deutschen Gewerbeärzte im Herbst 1949 in Heidelberg führte dazu, daß durch die 5.Berufskrankheitsverordnung unter der Nummer 42 (später Nummer 2102) vom 26.07.1952 in der Bundesrepublik Deutschland der Meniskusschaden des Kniegelenks beim Bergmann nach mindestens dreijähriger regelmäßiger Tätigkeit unter Tage als entschädigungspflichtige Berufserkrankung erklärt wurde. Die Erforschung des Meniskusschadens beim Bergmann begann zwanzig Jahre vorher im Ruhrkohlenbezirk. Sie ist mit den Namen ANDREESEN, BÜRKLE DE LA CAMP, CEELEN, HUSTEN, LINDE, MAGNUS und M.B.SCHMIDT verknüpft. Infolge dieser Entwicklung wurde immer häufiger bei Bergleuten eine Meniskektomie durchgeführt. Die Zahl der erstmalig entschädigten Meniskusschäden im Bezirk der Bergbau-Berufsgenossenschaft lag 1953 bei 0,590 je 1000 untertagetätigen Versicherten. Diese Zahl stieg 1958 auf 2,344. Später wurde in manchen Fällen nicht mehr darüber diskutiert, ob die Meniskusschädigung des Bergmanns eine Berufskrankheit sei, sondern vielmehr, ob die arthrotischen Veränderungen in einem meniskektomierten Kniegelenk als Folge der Meniskusschädigung anerkannt werden sollten. Die Entstehung der Arthrose in einem meniskektomierten Kniegelenk ist heute noch Gegenstand der Diskussion und das meniskektomierte Kniegelenk des Bergmanns der Streitpunkt vieler Sozialgerichtsgutachten. Die Vorstellung, daß die Arthrose des Kniegelenks beim Bergmann ein schicksalmäßiger, altersbedingter Verschleiß sei und ggf. durch Traumen oder Stoffwechselkrankheiten gefördert werde, kann heute nicht mehr aufrechterhalten werden. Arthrose bedeutet Krankheit und ist als ein reaktiver pathogener Prozeß zu verstehen, der im Wesen über den Altersgang des Gelenkverschleißes hinausgeht (111). Die Arthrose des Kniegelenks beim Bergmann wird immer wieder als sogenannte primäre Arthrose angesehen. Die Untersuchungen über das Femoropatellargelenk haben die Ätiologie der sogenannten primären Arthrosis

deformans weitgehend geklärt. Bereits Anfang dieses Jahrhunderts ist der Begriff der Chondromalacia patellae für die schmerzhaften Erkrankungen des femoropatellaren Gelenks durch BÜDINGER (19), LÄWEN (60) und FRÜND (33) in die Literatur eingegangen. Durch die Arbeiten von BAUMGARTL (8) und BANDI (6) hat das femoropatellare Gelenk in den letzten Jahren an Bedeutung zugenommen. Nach RÖSSLER (85) ist die femoropatellare Arthrose die häufigste primäre Lokalisation der Gonarthrose.

1.2 BIOMECHANIK DES FEMOROPATELLAREN GELENKS

Die Patella beschreibt bei der Beugung eine Gleitbahn, die von cranial nach caudal verläuft. Diese ist keine zur Körperachse parallel liegende Gerade. Sie beschreibt einen nach lateral offenen Winkel von etwa 170 Grad. Unter der Spannung des Streckapparates wird die Patella von medial nach lateral gedrängt.

Die Quadricepssehne und das Ligamentum patellae pressen die Kniescheibe bei zunehmender Beugung mit ansteigender Druckkraft in die Fossa intercondylaris. Außerdem wird die Patella durch die Fossa intercondylaris als passives Element in ihrer Bahn geführt. Die Retinacula patellae und die Ausstrahlungen aus den Fascien der Musculi vastus lateralis et medialis zügeln die Patella in der Frontalebene (Abb.1).

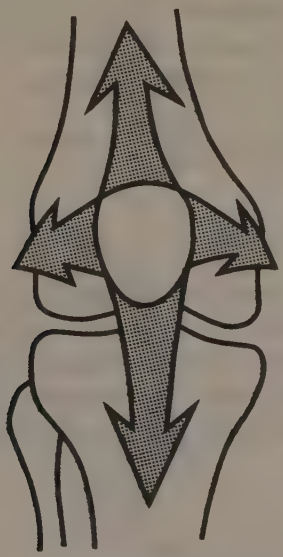


Abb.1 Zügelung der Patella in der Frontalebene durch die Retinacula

Das femoropatellare Gelenk ist den Zugkräften des Streckapparates ausgesetzt. Dadurch wird der femoropatellare Druck erzeugt. Er nimmt bei gegebenem Körpergewicht mit zunehmender Beugung des Kniegelenks zu. Der femoropatellare Druck wurde von BURCKHARDT (21), FÜRMAIER (36) und BANDI (6) gemessen (Abb.3)

Sie verwenden die Formel:

$$x = \frac{q}{r} \cdot \frac{\cos \delta}{2} \cdot (F \cdot \sin\alpha\ F + T \cdot \sin\alpha\ T)$$

x =	femoropatellarer Druck
q =	Körpergewicht
δ =	Winkel zwischen den Tangenten an Quadricepssehne und Ligamentum patellae
r =	senkrechter Abstand zwischen Ligamentum patellae und Querachse des Kniegelenks
F u.T =	Hebelarmlänge an Ober- und Unterschenkel
α F =	Winkel zwischen Hebelarm und Senkrechter am Oberschenkel
α T =	Winkel zwischen Hebelarm und Senkrechter am Unterschenkel

Normalerweise ist eine Kniebeuge mit einer Rumpfbeuge kombiniert. Dadurch wird der Körperschwerpunkt nach ventral verlagert, das bedeutet eine Verkürzung der Hebelarme an Ober- und Unterschenkel. Durch die Ventralverlagerung des Körperschwerpunktes nimmt also der femoropatellare Druck ab (Abb.2).

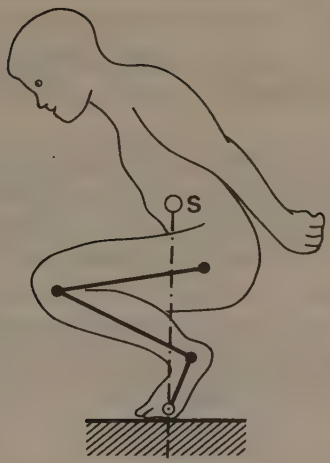


Abb.2 Ventralverlagerung des Schwerpunktes S durch Knie-Rumpfbeuge (nach BANDI)

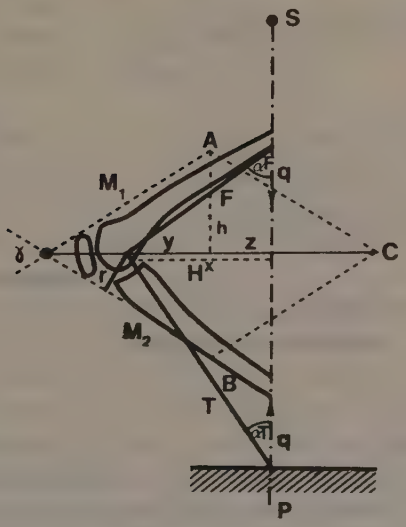


Abb.3 Geometrische Darstellung der Berechnungsgrundlage (nach BANDI)

BANDI (6) hat die femoropatellaren Druckwerte beim Schwerpunkt des Körpers senkrecht über dem Hüftgelenk und beim Schwerpunkt durch gleichzeitige Rumpfbeuge nach ventral berechnet und experimentell geprüft (Abb.4).

Die berechneten Druckwerte stellen den Totaldruck dar. Unter dem Totaldruck verstehen wir den von dem Streckapparat auf das gebeugte Kniegelenk ausgeübten Druck. Ein Teil dieses Drucks wird von der Quadricepssehne auf die Condylenrolle abgeleitet. Dieser Druck wird als Umschlingungsdruck bezeichnet. Der eigentliche femoropatellare Druck entsteht aus Totaldruck minus Umschlingungsdruck. Der Umwicklungseffekt tritt erst ab 50 Grad Beugung auf.

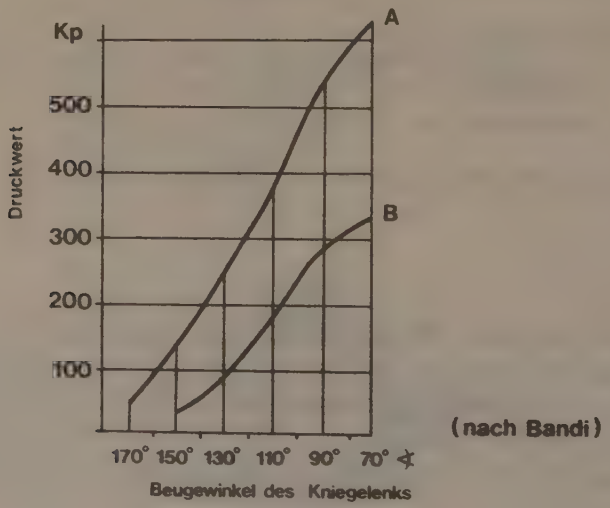


Abb.4 Femoropatellare Druckwerte beim Schwerpunkt des Körpers senkrecht über dem Hüftgelenk (Kurve A) und durch gleichzeitige Rumpfbeuge nach ventral (Kurve B)

1.3 CHONDROMALACIA PATELLAE UND DIE FEMOROPATELLARE ARTHROSE

1.3.1 Definition

Unter Chondromalacia patellae verstehen wir eine umschriebene nekrotische Erweichung des Patellaknorpels. Der umliegende Knorpel wird geschädigt. Die Gelenkirritation führt zur chronischen Synovialitis und Hypertrophie des Hoffa-Fettkörpers. Schließlich entwickelt sich aus einer Chondromalacia patellae die femoropatellare Arthrose (8).

1.3.2 Häufigkeit

Die Chondromalacia patellae und die femoropatellare Arthrose kommen häufiger vor als bisher angenommen (6,8,43,67,74,81, 100).

SILFVERSKIÖLD (100) beobachtete bei 173 Sektionen zwischen dem 15. und 20.Lebensjahr in 25 %, bei Dreißigjährigen in 35 % der Fälle eine Chondromalacia patellae bzw. eine femoropatellare Arthrose. Die autopisch häufig gefundene Läsion des Patellaknorpels läßt annehmen, daß viele dieser Fälle unter Bildung eines festen Faserknorpels spontan ausheilen, ohne klinisch manifest zu werden (4).

OUTERBRIDGE (74) fand anläßlich von Meniskektomien chondromalazische Veränderungen der Kniescheibe, bei 50 % seiner Probanden im zweiten Lebensjahrzehnt, bei 36 % im dritten Lebensjahrzehnt und bei 44 % im vierten Lebensjahrzehnt.

THIJN (106) fand eine Chondropathia patellae nur in 19 % der Fälle bei Patienten ohne Meniskusläsion. Bei einer medialen Meniskusläsion war in 23 % der Fälle gleichzeitig ein Knorpelschaden der Patella zu beobachten, bei einer lateralen Meniskusläsion in 35 % der Fälle und nach Meniskektomie sogar in 73 % der Fälle.

REHN et al (81) untersuchten einhundert Patienten, davon 45 Bergleute wegen unklarer Kniegelenkbeschwerden und fanden

bei 86 % der Untersuchten eine Arthrose des femoropatellaren Gelenks.

PFEIL (77) konnte an 4000 Kniegelenkoperationen in 33 % der Fälle eine Chondropathia patellae registrieren.

Die femoropatellare Arthrose ist mindestens ebensohäufig, wenn nicht sogar häufiger als die Meniskuserkrankungen (6,67).

1.3.3 Pathologische Anatomie

FRÜND (33) teilt die Chondromalacia patellae in drei Schweregrade:

1.Grad: Der Knorpel zeigt eine gelblich-bräunlich-graue Verfärbung. Der Malazieherd ist etwas über seine Umgebung erhaben. Der Glanz und die Elastizität des Knorpels sind vermindert. Die Knorpeloberfläche ist aber noch nicht eröffnet.

2.Grad: Die Knorpeloberfläche zeigt längsverlaufende Risse. Sie ist eröffnet und durch die Risse in Lamellen verteilt. Die Spalten erweiten sich cystenartig, reichen aber nicht auf den subchondralen Knochen. Bereits in diesem Stadium beginnen Veränderungen an den entsprechenden Auflageflächen der Femurcondylen. Kleine Knorpelstückchen können abgelöst und als freie Gelenkkörper im Gelenk schwimmen.

3.Grad: Durch den totalen Zerfall des Knorpels wird der subchondrale Knochen in kleinere und größere Bezirke freigelegt. Aus den subcorticalen Markräumen dringt das gefäßreiche Bindegewebe durch die lakunären Defekte gegen den Knorpel vor. Es kommt zur Bildung von Osteophyten. Der Prozeß schreitet fort und schließlich entwickelt sich die femoropatellare Arthrose.

Histologisch zeigen die Chondrozyten bei der Chondromalazie 1.Grades eine Zellvermehrung und Vakuolenbildung als Zeichen einer gesteigerten Aktivität. Es kommt zu einer Zellproliferation. Bei der Chondromalazie 2.Grades führen die Degenerationserscheinungen an den Chondrozyten zur Nekrose. In der Peripherie der Nekroseherde beobachtet man Knorpelzellhaufen mit Zellteilungserscheinungen. Bei der Chondromalazie 3.Grades stehen die zunehmenden Zerfallserscheinungen im Vordergrund. Die abgeschliffenen Knorpelpartikel werden von der Tunica synovialis durch Phagozytose abgebaut. Dadurch kommt es zu einer Hypertrophie der Tunica synovialis. Man sieht eine Hypertrophie des Hoffa-Fettkörpers. Die Folgekrankheit der Chondromalacia patellae ist die femoropatellare Arthrose.

1.3.4 Ätiopathogenese

Die Ätiologie der Chondromalacia patellae und der femoropatellaren Arthrose ist komplexer Natur. Der Knorpelschaden entsteht auch häufig durch das Zusammenwirken mehrerer Faktoren. Mechanische, enzymatische, autotoxische und endokrine Noxen können zu Schädigungen des hyalinen Gelenkknorpels führen. Der übermäßige Druck bewirkt eine direkte Schädigung der Chondrozyten. Durch Störung der Druckverteilung in der Frontalebene entsteht ein Unterdruck in dem Gelenk, der zur Degeneration der Chondrozyten und zur Arthrose führt. Die Enzyme aus einem Hämarthros z.B. können die Kollagenfibrillen schädigen und damit die funktionelle Einheit des hyalinen Gelenkknorpels stören. Die Knorpelregeneration kann durch autotoxische Noxen, z.B. bei Diabetes oder durch endokrine Fehlregulationen, z.B. im Klimakterium, gestört werden.

Die nachfolgende Einteilung nach BANDI (6) gibt eine Übersicht über die pathogenetischen Faktoren der Chondromalacia patellae und die femoropatellare Arthrose.

Mechanische Überbeanspruchung

Exogene:

Direkte:

Akut: Knorpelcontusion
Knorpelruptur
Knochenfrakturen mit Stufenbildungen im femoropatellaren Gelenk oder Achsen - und Rotationsfehlstellung bei Zustand nach Frakturen

Chronische Überbelastung: Sport
Beruf
Gewicht

Indirekte:

Akute: Distorsion
Inkoordinierte Bewegungen

Chronische: Posttraumatische neuromuskuläre Ausfälle
Posttraumatischer Sudeck

Endogen:

Dysplasie der Patella: Typ Wiberg III,IV,Jägerhut,Patella parva, Patella magna und Patella partita.

Fehlstellung der Patella: Lateralisation,chronische Subluxation, rezidivierende Luxation, Patella alta und Patella baja.

Dysplasie der Femurcondylen.

Gestörte Regeneration:

Veränderung der Synovia: Infektion, autotoxisch, Autoimmunreaktion.

Veränderung der Zirkulation: Arteriosklerose, Thrombose und neurogener Sudeck.

Endokrin: Hypothyreose und postklimakterische Osteoporose.

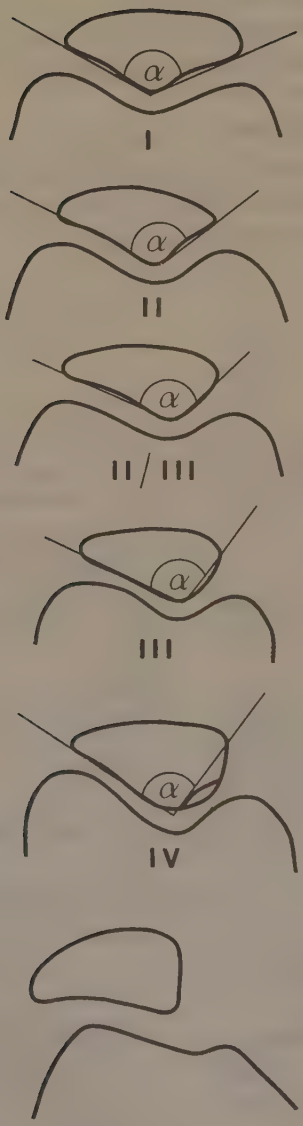
1.3.4.1 Dysplasie der Patella

WIBERG (110) unterscheidet drei Varianten der Patellaform in tangentialer Sicht. Je nach Größe des Winkels α und konkaver oder konvexer Form der medialen Facette unterscheidet er die Typen I, II, II/III und III.

BAUMGARTL (8) beschreibt einen weiteren Typ Wiberg III, nämlich mit einem Höcker auf der medialen Facette. Diese Form wird heute als Typ IV bzw. als Typ Baumgartl bezeichnet. Kniescheiben ohne tibiale Facette werden als "Jägerhut" bezeichnet (Abb.5).

	Baumgartl (8)	Bandi (4)
Typ I	11 %	10 %
Typ II	55 %	65 %
Typ II/III	23 %	
Typ III	11 %	10 %
Typ IV	0	15 %
"Jägerhut"	0	0

Tab.1 : Häufigkeit der Patellatypen



α = 120 - 140°
mediale Facette = lateral

α = 110 - 120°
mediale Facette = lateral

α = 110 - 120°
wie II, aber
mediale Facette konvex

α = 90 - 110°
mediale Facette konvex

α = 90°
mediale Facette
mit Höcker

Jägerhut

Abb.5 : Typen der Patella
nach Wiberg und Baumgartl (aus BANDI [6])

Am häufigsten sind die Typen II und II/III vertreten. Als Dysplasie der Patella bezeichnet BANDI (4) die Varianten nach Wiberg bzw. Baumgartl III, IV und "Jägerhut".

Durch die Störung der Druckverteilung in der Frontalebene werden die dysplastischen Kniescheiben einseitig überlastet, da die Berührungsflächen teils kleiner als normal sind. Der Überdruck auf der lateralen Facette und der Unterdruck auf der medialen Facette führt zur Chondromalacia patellae (28).

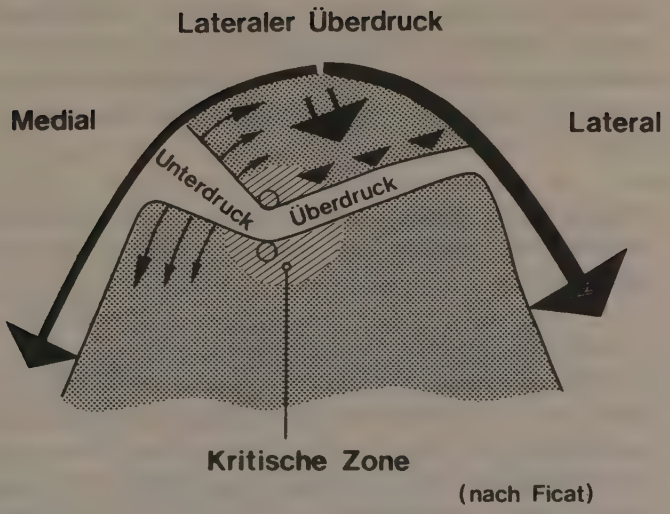


Abb.6 Störung der Druckverteilung in der Frontalebene

1.3.4.2 Fehlstellung der Patella

BLUMENSAAT (12) bezeichnet als Patella alta eine Kniescheibe, deren Apex bei einer Beugestellung des Kniegelenks von 30 Grad oberhalb der Linie von Blumensaat steht (die Blumensaat-Linie ist die linienförmige Verdichtung im Condylenmassiv entsprechend der Corticalis am Boden der Fossa intercondylaris).

BANDI (6) nimmt bei seiner Definition eine Beugung von 50 Grad an. Nach INSALL und SALVATI (50) beträgt der Quotient der großen diagonalen Länge der Patella über der Länge des Ligamentum patellae normalerweise eins. Bei Werten über 1,3 liegt eine Patella alta und unter 1 eine Patella baja vor. Bei der Patella alta tritt an der Quadricepssehne der Umwicklungseffekt später auf als bei der normalen Patella. BANDI (4) gibt durch Modellversuch und durch Berechnung des Umwicklungseffektes für die Patella alta einen zusätzlichen Druck von 20 bis 40 % an. Er fand in einem Krankengut von einhundert Patienten mit Chondromalacia patellae und femoropatellarer Arthrose in 40 % und in einer Gruppe gleichen Durchschnittsalters ohne Kniebeschwerden in 20 % eine Patella alta.

Sowohl Patella alta als auch Patella baja führen zu einem erhöhten femoropatellaren Druck und damit zur Chondromalacia patellae.

1.3.4.3 Hypoplasie der Femurcondylen

Durch die Hypoplasie der Femurcondylen kommt es bei der Beugung des Kniegelenks zu einer Lateralisation der Kniescheibe. Die Störung der Druckverteilung in der Frontalebene führt zur Chondromalacia patellae. BRATTSTRÖM (16) nimmt eine Dysplasie der Femurcondylen an, wenn der Öffnungswinkel der Trochlear über 145 Grad beträgt. BAUMANN und LEICHS (7) fanden bei 57 Knien mit Chondropathia patellae fünfmal eine Dysplasie der Femurcondylen.

1.3.4.4 Hypoplasie der Tuberositas tibiae
STRAUSS (102) fand bei der Chondromalacia patellae signifikant häufiger eine Hypoplasie der Tuberositas tibiae.

BANDI (6) weist auf die Bedeutung der flachen Tuberositas tibiae bei den biomechanischen Überlegungen hin, denn bei der flachen Tuberositas tibiae ist die Hebelarmlänge kürzer und dadurch der femoropatellare Druck größer.

NÜVEMANN und CONZEN (72) fanden bei Patienten mit klinisch gesicherter und operativ bestätigter Chondromalacia patellae in 60 % der Fälle und in einem Kontrollkollektiv ohne Chondromalacia patellae in 20 % der Fälle eine Hypoplasie der Tuberositas tibiae.

1.3.4.5 Patella partita
Die Patella bi- und multipartita gehören auch zu den dysplastischen Formen der Kniescheibe. Hier handelt es sich um die nicht verschmolzenen Apophysenkerne, die meist lateral liegen und dadurch eine Konkavität der lateralen Facette hervorrufen. Diese Form der Patelladysplasie stellt auch eine präarthrotische Deformität dar. Die Patella bi- bzw. multipartita führt häufig zu einer Chondromalacia patellae. STUCKE (104) fand bei 20.000 Röntgenbildern von Soldaten mit Kniebeschwerden zehnmal und BLUMENSAAT (13) bei 1378 Patienten dreiundzwanzigmal eine Patella partita.

1.3.5 Symptome und Befunde der Chondromalacia patellae

Die Patienten mit Chondromalacia patellae klagen meistens über diffuse Schmerzen im Kniegelenk. Nicht selten geben sie Schmerzen auch an der medialen Gelenkspalte an. Die Ausstrahlung der Schmerzen in den medialen Gelenkspalt kann eine Meniskusläsion vortäuschen.

FICAT (28) faßt die direkten und indirekten Symptome der Chondromalacia patellae unter dem Begriff Patellasyndrom zusammen:

1. Spontanschmerz:
   Dumpfe Schmerzen unter der Patella oder Schmerzen in dem medialen Kniegelenkspalt.

2. Provozierter Patellaschmerz:
   Hierbei geben die Patienten bei der Palpation der medialen und der lateralen Gelenkfacette der Patella Schmerzen an, wenn nach Verschiebung der Kniescheibe die entsprechende Gelenkfacette unter Fingerdruck palpiert wird (Abb.7).

   Bei der Prüfung des Zeichens nach ZOHLEN drückt man die Patella nach caudal und dorsal und fordert den Patienten auf, daß im Kniegelenk gestreckte Bein abzuheben (Abb.8). Das Zeichen ist positiv, wenn Schmerzen unter der Patella auftreten. Das Hyperpressionszeichen ist dann positiv, wenn bei Druck auf die Patella während des Streckens Schmerzen auftreten. Das Hyperpressionszeichen wird statisch beim Aufstehen nach längerem Sitzen und dynamisch beim Treppenhinuntergehen wirksam. Das Aufstehphänomen ist positiv, wenn beim Aufrichten aus tiefer Kniebeuge mit aufgerichtetem Oberkörper und somit die Verlagerung des Körperschwerpunktes nach rückwärts starke Schmerzen auftreten, während bei Verlagerung des Körperschwerpunktes nach vorn eine relative Schmerzfreiheit besteht.

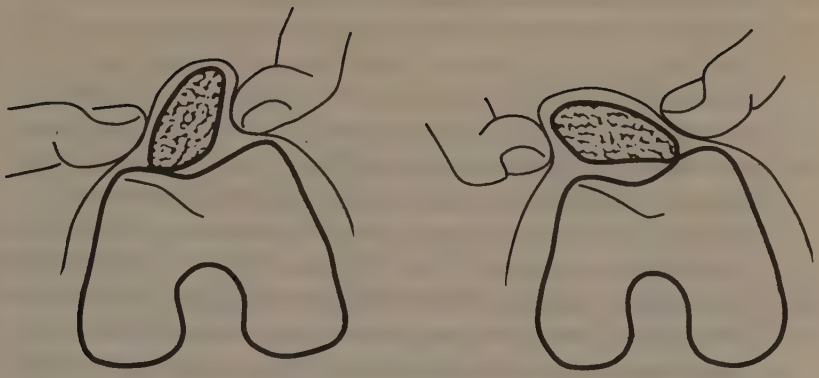


Abb.7 Prüfung des provozierten Patellaschmerzes

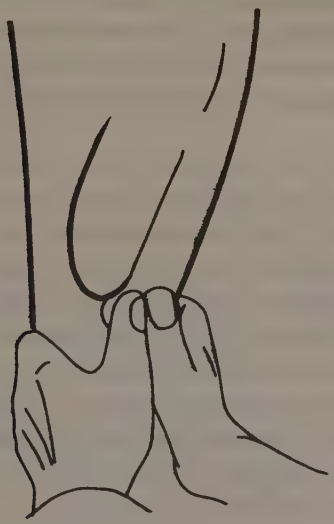


Abb.8 Prüfung des Zeichens nach ZOHLEN

3. Reduktion der Gleitfähigkeit:

Bei der Chondromalacia patellae und femoropatellaren Arthrose besteht eine Krepitation im femoropatellaren Gelenk.

Wahrscheinlich tritt auch bei Störungen des Gleitprozesses eine reflektorische Muskelatonie auf, die das plötzliche Einknicken im Kniegelenk, insbesondere beim Treppenabsteigen, verursacht (Giving-Way-Syndrom).

Für die Diagnose der Chondromalacia patellae und der femoropatellaren Arthrose sind Röntgenaufnahmen des Kniegelenks in 2 Ebenen und die Tangentialaufnahmen bei 30 Grad, 60 Grad und 90 Grad Beugung des Kniegelenks unerläßlich. Die Doppelkontrastarthrographie des Kniegelenks und Darstellung des femoropatellaren Gelenks in caudo-cranialen Tangentialprojektionen ermöglichen eingehende Aussagen über die Form und das Gleitlager der Patella sowie über Luxationen, pathologische Druckbelastungen und das Ausmaß einer Chondromalazie (78,79,82).

Die Arthroskopie nimmt ihren Platz in der Diagnostik der Chondromalacia patellae zwischen klinisch radiologischer Untersuchung und Probearthrotomie ein. Das femoropatellare Gelenk kann mit dem Arthroskop vollständig überblickt werden.

Nach GLINZ (38) hilft die Arthroskopie beim Knorpelschaden der Patellarückseite nicht nur zur Diagnosestellung, sondern auch zur Indikationsstellung der operativen Behandlung und zur Wahl der Operationsmethode.

Nach ZOLLINGER (117) kann die Arthroskopie als aussagekräftige Methode in der Beurteilung frischer, traumatisch bedingter Knorpelschäden des femoropatellaren Gleitlagers bezeichnet werden. An der prognostischen Aussagekraft der endoskopischen Untersuchungen bei der idiopathischen Chondropathia patellae meldet der Autor erhebliche Zweifel an.

2. FRAGESTELLUNG

In der Literatur wird mehrfach die Bedeutung der endogenen Faktoren in der Pathogenese der Chondromalacia patellae und der femoropatellaren Arthrose betont (6,8,28,35,81,102).

Auf die kniestrapazierende Tätigkeit im Beruf als einen exogenen Faktor in der Pathogenese der Chondromalacia patellae und der femoropatellaren Arthrose sind in der Literatur wenige Autoren eingegangen (6,18,42,76,77).

In der vorliegenden Studie wurden Bergleute mit kniestrapazierender Tätigkeit auf die Häufigkeit der femoropatellaren Arthrose untersucht, die pathogenetischen Faktoren der Erkrankung analysiert und einer Vergleichsgruppe gegenübergestellt.

In einer anderen Gruppe wurden meniskektomierte Bergleute auf die Häufigkeit der femoropatellaren Arthrose untersucht. Es wird die Kausalität zwischen der bergmännischen Tätigkeit und der femoropatellaren Arthrose einerseits und der Arthrose des femoropatellaren Gelenks und oder des femorotibialen Gelenks nach Meniskektomie andererseits dargestellt.

3. METHODIK

Im Rahmen einer prospektiven Studie wurden in der Chirurgischen Universitätsklinik des Knappschafts-Krankenhauses Bochum-Langendreer 150 Personen untersucht. Es handelte sich ausschließlich um männliche Personen. Vor der Untersuchung sind alle Probanden über das Ziel der Studie informiert worden, die Untersuchungsmethoden wurden dargestellt, die Strahlenbelastung durch die Röntgenuntersuchung der beiden Kniegelenke wurde dem Probanden erklärt. Personen, die einer Strahlenbelastung ausgesetzt waren, blieben von der Untersuchung ausgeschlossen. Die Einverständniserklärungen der untersuchten Personen lagen vor.

Die Untersuchten teilten wir in drei Gruppen,
Gruppe A, B und C.

3.1 AUSWAHLKRITERIEN DER DREI GRUPPEN

Bei der Gruppe A handelt es sich um 50 Bergleute mit kniestrapazierender Tätigkeit unter Tage. Die arbeitstechnischen Voraussetzungen waren gegeben. Es wurde besonders darauf geachtet, daß diese Personen ihre Tätigkeit im Streb ausübten und über mehrere Stunden am Tag das Knie strapazierten. Die Dauer der kniestrapazierenden Tätigkeit mußte mindestens 3 Jahre betragen. Die störenden pathogenetischen Faktoren wie Knorpelcontusion, Knorpelruptur, Knochenfrakturen, neuromuskuläre Ausfälle, Infektionen, autotoxische und Autoimmunreaktionen, Hypothyreose, Thrombose, Stoffwechselstörungen, Erkrankungen der Hüftgelenke und Erkrankungen der Wirbelsäule haben wir bei der Erstuntersuchung durch Erhebung der genauen Anamnese ausgeschlossen. Im Bereich der unteren Extremitäten, des Beckens und der Wirbelsäule durften frische Verletzungen, Zustände nach einer Verletzung oder nach einem operativen Eingriff oder sonstige Erkrankungen nicht vorliegen. Die Bergleute befanden sich alle in einem guten Allgemein- und Ernährungszustand. Es handelte sich nicht um Personen, die primär wegen einer Kniegelenkserkrankung das Krankenhaus aufsuchten.

Die Gruppe B wählten wir als Vergleichsgruppe. Sie bestand aus

50 Personen. Die Auswahl erfolgte aus dem ambulanten und stationären Patientengut. Hier waren ebenfalls die Personen mit frischen Verletzungen, Zustand nach Verletzungen oder sonstigen Erkrankungen der unteren Extremitäten, des Beckens und der Wirbelsäule von der Studie ausgeschlossen. Durch die Erhebung der Anamnese schlossen wir die störenden pathogenetischen Faktoren in der Pathogenese der femoropatellaren Arthrose wie Knorpelcontusion, Knorpelruptur, Knochenfrakturen, neuromuskuläre Ausfälle, Infektionen, autotoxische und Autoimmunreaktionen, Hypothyreose, Thrombose und Stoffwechselstörungen aus. In dieser Gruppe wurden Personen mit kniestrapazierenden Tätigkeiten wie Bergleute, Fliesenleger, Lastenträger, Schwerarbeiter und aktive Sportler ausgeschlossen. Die Untersuchten waren in gutem Allgemein- und Ernährungszustand.

In der Gruppe C untersuchten wir 50 meniskektomierte Bergleute. Sie waren ein- oder mehrmals meniskektomiert. Die Meniskuserkrankung war bei allen Untersuchten als Berufskrankheit anerkannt. Die arbeitstechnischen Voraussetzungen wurden von der Bergbau-Berufsgenossenschaft überprüft und bestätigt. Bis zum Zeitpunkt der ersten Meniskektomie führten sie mindestens 3 Jahre kniestrapazierende Tätigkeiten im Streb über mehrere Stunden am Tag aus. Eine traumatische Läsion des Meniskus im Sinne der Definition durfte nicht vorliegen. Durch die Erhebung der Anamnese haben wir auch bei dieser Gruppe Knorpelcontusionen, Knorpelrupturen, Knochenfrakturen, neuromuskuläre Ausfälle, Infektionen, autotoxische und Autoimmunreaktionen, Hypothyreose, Thrombose und Stoffwechselstörungen ausgeschlossen. Die meniskektomierten Bergleute, bei denen im Bereich der unteren Extremitäten, des Beckens und der Wirbelsäule eine frische Verletzung, Zustand nach einer Verletzung, Zustand nach einem operativen Eingriff (ausgenommen Meniskektomie) oder sonstige Erkrankungen vorlagen, sind in unsere Studie nicht einbezogen.

Die Meniskektomie wurde in verschiedenen Kliniken des Ruhrgebietes durchgeführt. Z.Z.der Untersuchung lagen uns folgende Unterlagen vor:
Die Dokumentation über den Verlauf der Kniegelenkerkrankung, Röntgenaufnahmen von 25 Personen vor der ersten Meniskektomie, der Operationsbericht, der histologische Befund des entfernten Meniskus und die Dokumentation über den postoperativen Verlauf.

3.2 UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Die Untersuchung bestand aus Erhebung der Allgemeinanamnese, spezieller Anamnese, Arbeitsanamnese, Berücksichtigung der sportlichen Tätigkeit, klinische Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung des femoropatellaren Gelenks und die Röntgenuntersuchung der beiden Kniegelenke in ap, seitlich und Tangentialaufnahmen des femoropatellaren Gelenks bei 30 Grad, 60 Grad und 90 Grad.

Die Beurteilung der Arthrose des femorotibialen Gelenks erfolgte in Anlehnung an die von FAIRBANK (27) sowie TAPPER und HOOVER (105) angegebenen Kriterien (Abb.9):

Grad 0:	Keine Röntgenveränderung sichtbar.
Grad I:	Kleine Randkonsole am Tibiacondylus.
Grad II:	Abflachung der Femurcondylen.
Grad III:	Wie Grad I und II, dazu geringe Verschmälerung des Gelenkspalts um 1 bis 2 mm.
Grad IV:	Große Randwülste, starke Gelenkspaltverschmälerung, Sklerose des Tibiaplateau.

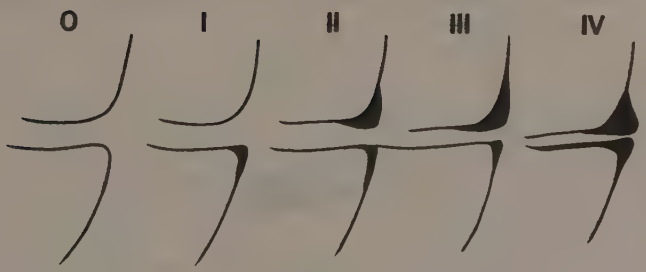
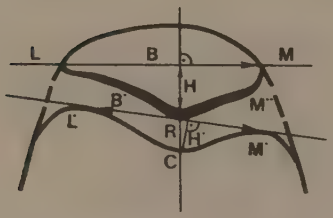


Abb.9 Röntgenveränderungen des femorotibialen Gelenks nach Meniskektomie

Für die Beurteilung des Patellahochstandes (Patella alta) und des Patellatiefstandes (Patella baja) benutzen wir die von BLUMENSAAT (12) und BANDI (4) angegebene Definition. Die Röntgenaufnahmen wurden in einer Beugestellung von 50 Grad angefertigt.

Zur Form und Lageabweichung im Femoropatellargelenk benutzen wir die von FICAT und BIZOU angegebenen Meßpunkte (Abb.10).



$\frac{B}{H}$ = Tiefenindex der Patella. Normalwert:3,6 - 4,2

Winkel α (LRM)=Winkel zwischen med.und lat. Facette: 120 - 140°

$\frac{RL}{RM}$ = Patellaindex=Größenbeziehung lat.zu med. Facette: 1 - 3

$\frac{B'}{H'}$ = Tiefenindex der Fossa intercondylaris: 4,2 - 6,5

Abb.10 Beziehungen zwischen Patella und Femurcondylen dargestellt im tangentialen Strahlengang (nach FICAT und BIZOU).

Die Beurteilung der Hypoplasie der Femurcondylen erfolgte durch Messung des Öffnungswinkels zwischen Condylus medialis und Condylus lateralis nach BRATTSTRÖM (16) (Abb.11).

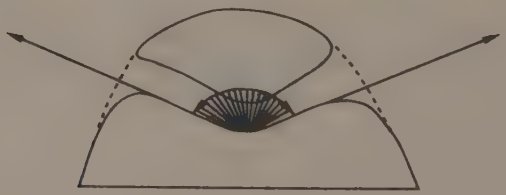


Abb.11 Öffnungswinkel zwischen Condylus medialis und Condylus lateralis normal 125° - 145° (nach BRATTSTRÖM)

Die Einteilung der verschiedenen Typen der Kniescheibe erfolgte nach WIBERG und BAUMGARTL (Abb.5).

Die eindeutig radiologisch nachweisbaren degenerativen Veränderungen des femoropatellaren Gelenks haben wir ähnlich wie des femorotibialen Gelenks in 4 Schweregrade eingeteilt (Abb.12-16).

Grad O:	Keine Röntgenveränderung sichtbar
Grad I:	Beginnende Konturausziehungen
Grad II:	Zackige Konturausziehungen, Gelenkfläche vermehrt sklerosiert
Grad III:	Wie Grad I und II, dazu Verschmälerung des Gelenkspaltes
Grad IV:	Große Randwülste, ausgeprägte Gelenkspaltverschmälerung

Abb.12: Femoropatellare Arthrose: Grad 0

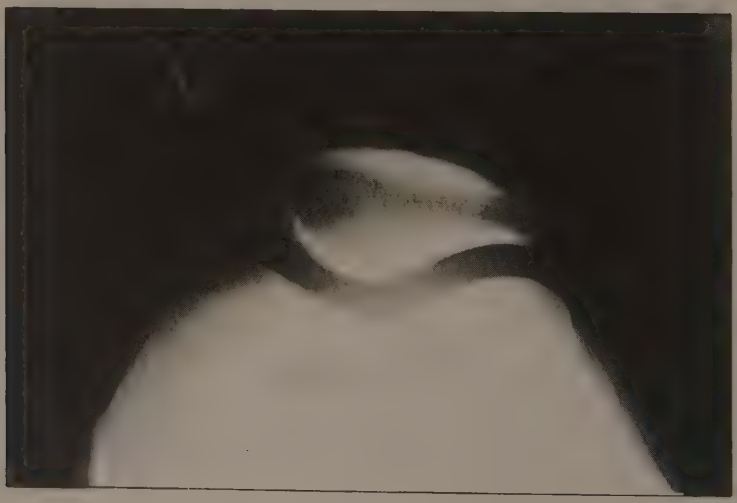


Abb.13: Femoropatellare Arthrose: Grad I

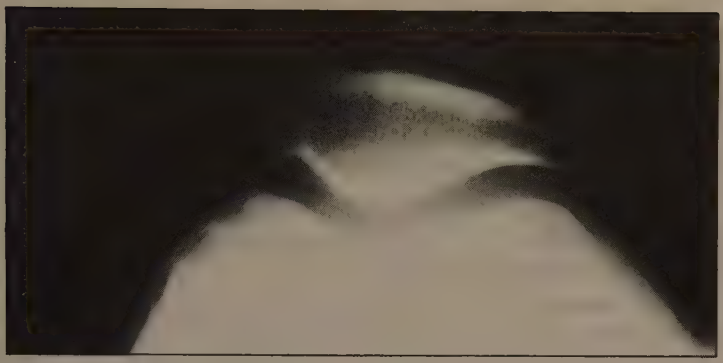


Abb.14: Femoropatellare Arthrose: Grad II

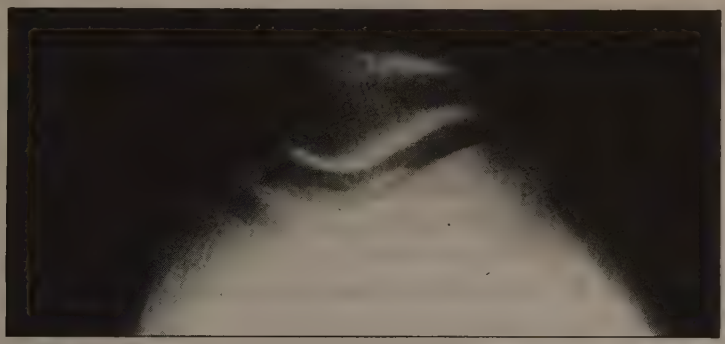


Abb.15: Femoropatellare Arthrose: Grad III

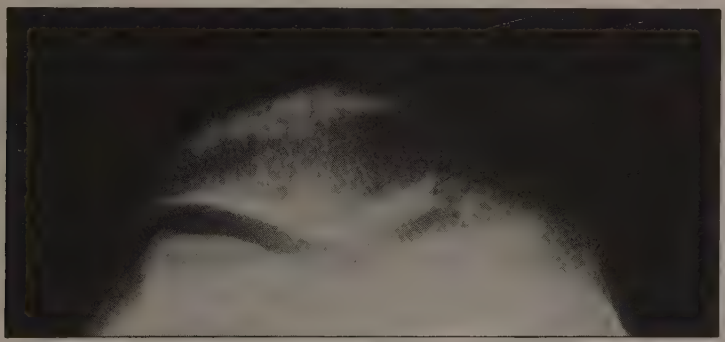


Abb.16: Femoropatellare Arthrose: Grad IV

3.3 UNTERSUCHUNGSSCHEMA

Allgemeine Anamnese:
Tbc, Rheuma, Diabetes mellitus, Hyperurikämie, Hypothyreose, Osteoporose, Schmerzen in anderen Gelenken.

Berufsanamnese:
Dauer der Untertagetätigkeit
Art der Untertagetätigkeit
Jetziger Beruf
Sportliche Tätigkeit
Art des Sportes: Vor und nach der Operation

Spezielle Anamnese:
Beginn der Beschwerden
Zeitpunkt eines eventuellen Unfalles
Art des Unfalles: Kontusion, Distorsion, Meniskusläsion, Fraktur, Luxation der Patella
Zeitpunkt der Meniskektomie
Alter zur Zeit der Meniskektomie
Zeitraum zwischen Beschwerden und Meniskektomie
Reeingriff
Dauer des stationären Aufenthaltes
Dauer der Arbeitsunfähigkeit
Veränderung der Beschwerden nach der Operation
Art der Beschwerden: Dumpf anhaltende Schmerzen in der Tiefe des Gelenks, kurzdauernde Schmerzattacken, akut anhaltende Schmerzen über dem medialen Kniegelenkspalt, Schmerzen über dem lateralen Kniegelenkspalt, Schmerzen beim Treppensteigen, Schmerzen hinter der Patella nach längerem Sitzen.

Allgemeiner Befund:
Größe und Gewicht
Veränderung der Wirbelsäule
Zustand der Hüftgelenke

Beurteilung der arteriellen und venösen Durchblutung
Neurologischer Status
Art des Ganges

Untersuchung der Kniegelenke:
Achsenfehlstellung: Genu varum, Genu valgum,
Genu recurvatum
Kapselschwellung
Beurteilung der Tuberositas tibiae
Erguß
Knirschen hinter der Patella
Entzündungszeichen
Bewegungsmaße
Umfangsmaße der unteren Extremitäten
Prüfung der Druckschmerzhaftigkeit
Prüfung des Bandapparates
Meniskuszeichen: Steinmann I, Steinmann II, Bragard,
Mac Murray, Apley, Böhler,
Druckschmerz des Hinterhornes
Prüfung des Patellasyndromes:
Spontanschmerz, provozierter Patellaschmerz,
Fründ-Zeichen, Zeichen nach Zohlen, Hyperpressionszeichen, Stimmgabelphänomen,
Reduktion der Gleitfähigkeit,
Giving-Way-Syndrom, Aufstehphänomen

Röntgenuntersuchung der Kniegelenke:
Aufnahmen im antero-posterioren Strahlengang:
Varus- und Valgusstellung
Struktur der Femurcondylen
Arthrotische Veränderungen und
Beurteilung des Schweregrades
Freie Gelenkkörper
Patella partita
Höhle der Patella

Profilaufnahmen in 50° - Beugung:

- Konfiguration der Condylen
- Patella alta, Patella baja
- Haglund-Delle
- Höhle der Tuberositas tibiae
- Beziehung der Patella zu den Femurcondylen
- Strukturveränderungen der Patella
- Dysplasien der Patella

Tangentialaufnahmen der Kniescheibe bei 30°, 60° und 90° - Beugung:

- Dysplasien der Patella
- Fehlstellung der Patella (laterale und mediale Verlagerung)
- Hyperpressionszeichen
- Lateralkippung der Patella
- Strukturveränderungen in der Spongiosa der Kniescheibe
- Patella partita
- Hypoplasie der Condylen
- Arthrose des femoropatellaren Gelenks

4. DARSTELLUNG DER EIGENEN ERGEBNISSE

4.1 ERGEBNISSE DER GRUPPE A

Der Mittelwert des Alters lag bei 48,46 ± 6,7 Jahre. Die Dauer der Untertagetätigkeit betrug zwischen 9 und 37 Jahren. Der Mittelwert lag bei 22,46 ± 9,5 Jahre (Tab.2).

Personen	Dauer der Untertagetätigkeit in Jahren
5	5 - 10
11	11 - 16
8	17 - 22
10	23 - 28
16	29 - 37
n=50	Mittelwert 22,46 ± 9,5

Tab.2 Dauer der Untertagetätigkeit (Gruppe A)

In der Gruppe A waren 25 Personen übergewichtig. Eine aktive sportliche Tätigkeit konnten wir bei keiner Person feststellen.

Zwei Personen klagten über Schmerzen in den Schultergelenken. 26 Personen gaben Beschwerden in einem oder beiden Kniegelenken an (Tab.3).

Kniegelenke	diffuse Schmerzen			Schmerzen hinter der Patella nach längerem Sitzen	Schmerzen beim Treppenabsteigen
	gering	mäßig	stark		
rechts	4	15	1	4	18
links	5	14	1	4	17

Tab.3 Subjektive Beschwerden (Gruppe A)

Eine Achsenfehlstellung der Kniegelenke fanden wir bei 14 Personen. Unterschieden wurde nach Genu valgum, Genu varum und Genu recurvatum (Tab.4).

Art der Achsenfehlstellung	gering	mäßig	ausgeprägt	n
Genu varum	3	5	3	11
Genu valgum	1	1	0	2
Genu recurvatum	0	0	0	0

Tab.4 Achsenfehlstellung der Kniegelenke (Gruppe A)

Die Konturen des Kniegelenks waren bei 23 Kniegelenken verstrichen. Ein intraartikulärer Erguß wurde nicht festgestellt. Typische Entzündungszeichen waren nicht vorhanden.

Durch Umfangsmessungen und äußerer Betrachtung unter Berücksichtigung der Beuger und der Strecker nehmen wir bei 13 Personen eine doppelseitige und bei 14 eine einseitige relative Atrophie des Musculus vastus medialis an.

Die Prüfung des Bandapparates der Kniegelenke ergab, daß bei 4 Personen eine Bandlockerung vorlag. 3 Personen zeigten sowohl eine Lockerung des medialen und des lateralen Seitenbandes als auch ein positives vorderes Schubladenphänomen. Nur eine Person wies die Lockerung des medialen Seitenbandes und ein positives Schubladenphänomen auf. Die Bandinstabilität betraf in allen 4 Fällen beide Kniegelenke.

Die Meniskuszeichen waren in zwei Kniegelenken positiv. In beiden Fällen bestand der Verdacht auf eine Innenmeniskusläsion rechts.

Bei der Untersuchung des Patellasyndroms wiesen 27 % der untersuchten Personen provozierten Patellaschmerz, 50 %

Zeichen nach ZOHLEN und 20 % eine Reduktion der Gleitfähigkeit auf. Insgesamt zeigten 58 % der Kniegelenke dieser Gruppe einen oder mehrere pathologische Befunde.

Beurteilung der Röntgenaufnahmen:

Wir stellten Patellatyp WIBERG II mit 40 % am häufigsten fest. Die Formvariante II/III zeigten 35 % der Kniegelenke. Typ WIBERG I war in 12 % vertreten. Die dysplastische Form der Kniescheibe fanden wir in 9 % als WIBERG III und in 4% als WIBERG IV. Die extrem pathologische Form der Variante „JÄGERHUT" war in dieser Gruppe nicht vertreten (Tab.25).

Unter den endogenen pathogenetischen Faktoren war die Patella alta mit 18 % am häufigsten. Lediglich ein Kniegelenk wies eine Patella baja auf.

Eine Patella partita stellten wir in der Gruppe A nicht fest.

Die Kniegelenke dieser Gruppe zeigten in 4 % eine Hypoplasie der Femurcondylen.

Es fiel auf, daß auf den Tangentialaufnahmen der Kniescheibe häufig eine Lateralisation der Patella vorlag. Wir beobachteten 47 Kniescheiben mit einer deutlichen Verlagerung nach lateral und 5 Kniegelenke mit einer Verlagerung nach medial.

Ein Kniegelenk zeigte eine Osteochondrosis dissecans.

In der Gruppe A stellten wir in 40 % der Kniegelenke eine Arthrose des femoropatellaren Gelenks fest. Es handelte sich um 21 Personen. Bei 19 Personen fanden wir eine doppelseitige und in 2 Fällen eine einseitige Arthrose des femoropatellaren Gelenks.

Eine femorotibiale Arthrose stellten wir in 22 % der Kniegelenke fest.

Es handelte sich um 13 Personen, von denen 9 eine doppelseitige und 4 eine einseitige Arthrose aufwiesen. 15 Kniegelenke hatten sowohl eine femorotibiale als auch eine femoropatellare Arthrose. 7 Kniegelenke zeigten nur eine femorotibiale Arthrose (Tab.5).

Zahl der Personen		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26	n
Grad der Arthrosen im femoropatellaren Gelenk	re.	I I I II I I II III I I II II I I I II 0 I I I I 0 0 0 0 0	40
	li.	I I I I I I II III I I II I 0 II I I I I I 0 0 0 0 0	
Grad der Arthrosen im femorotibialen Gelenk	re.	0 I I I I I I III 0 0 IV 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 I I 0 I II	22
	li.	0 III I I I 0 III 0 0 II 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 I I I 0	

Tab. 5: Häufigkeit der femoropatellaren und femorotibialen Arthrose (Gruppe A)

ANALYSE DER ERGEBNISSE DER GRUPPE A:

Das durchschnittliche Alter der Personen mit Arthrose des femoropatellaren Gelenks lag bei 52,8 $\pm$ 4,8 Jahre und der Personen ohne Arthrose des femoropatellaren Gelenks bei 48,8 $\pm$ 6,1 Jahre.

Die durchschnittliche Dauer der Untertagetätigkeit betrug bei den Personen mit Arthrose des femoropatellaren Gelenks 25 $\pm$ 6,2 Jahre und bei den Personen ohne Arthrosen des femoropatellaren Gelenks 20,6 $\pm$ 7,2 Jahre.

Wir setzten die relative Häufigkeit der femoropatellaren Arthrose in Verhältnis zur Dauer der Untertagetätigkeit. Personen, die unter 10 Jahre eine kniestrapazierende Tätigkeit ausübten, wiesen keine femoropatellare Arthrose auf. Danach

stieg die relative Häufigkeit der Arthrose mit Dauer der Untertagetätigkeit an. Diesen Anstieg konnten wir aber über 29 Jahre Untertagetätigkeit nicht mehr nachweisen (Abb.17).

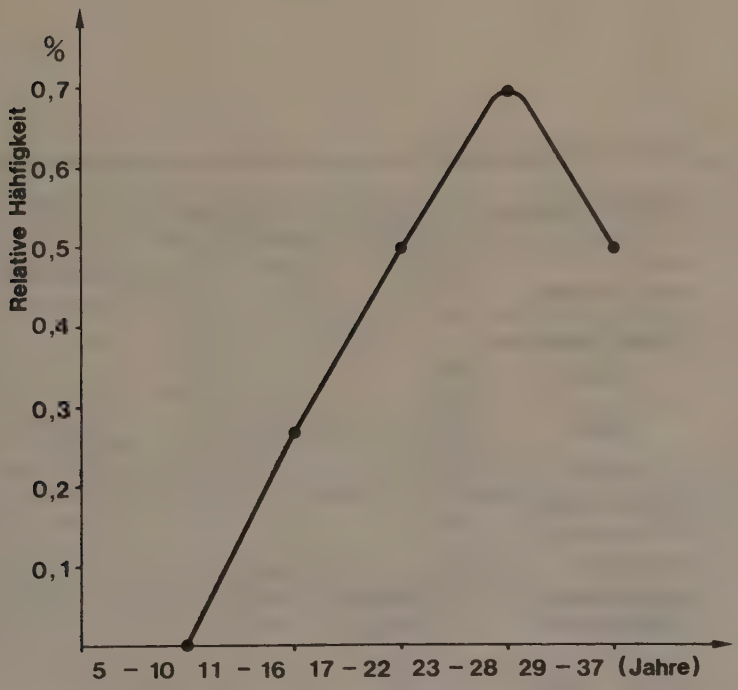
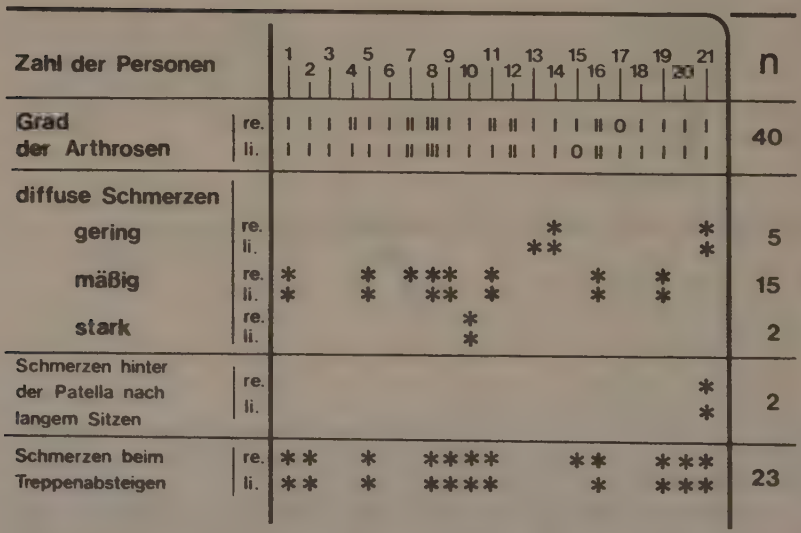


Abb. 17 : Relative Häufigkeit der femoropatellaren Arthrose im Verhältnis zur Dauer der Untertagetätigkeit

Die Analyse des Gewichts ergab, daß von 17 Bergleuten mit Arthrose des femoropatellaren Gelenks 8 Personen ein Übergewicht aufwiesen, d.h. 47 % der Personen mit Arthrose waren übergewichtig.

Die subjektiven Beschwerden liefen parallel zur Häufigkeit der

femoropatellaren Arthrose. Von 21 Personen mit Arthrose hatten lediglich 6 Personen keine Beschwerden. Es handelte sich hier um 29 Kniegelenke mit femoropatellarer Arthrose, in denen die Bergleute über Schmerzen klagten (72,5 %). In 11 Kniegelenken (27,5 %) mit femoropatellarer Arthrose wurden keine Beschwerden angegeben (Tab.6).



Tab. 6: Femoropatellare Arthrose und subjektive Beschwerden (Gruppe A)

29 Personen der Gruppe A hatten keine Arthrose. Wenn wir zwei Kniegelenke ohne Arthrose aus der Tab.6 in diese Gruppe einbeziehen, so handelt es sich um 60 Kniegelenke.
Für 38 Kniegelenke (63,3 %) gaben die Bergleute keine Beschwerden an. 36,7 % klagten hingegen über Schmerzen (Tab.7).

Zahl der Personen		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29	n
diffuse Schmerzen			
gering	re.	* *	4
	li.	* *	
mäßig	re.	* * * * * *	14
	li.	* * * * * *	
stark	re.		0
	li.		
Schmerzen hinter der Patella nach langem Sitzen	re.	* * *	6
	li.	* * *	
Schmerzen beim Treppenabsteigen	re.	* * * * * *	12
	li.	* * * * * *	

Tab. 7: Subjektive Beschwerden ohne Arthrose des femoropatellaren Gelenks (Gruppe A)

In 29 Kniegelenken mit einer femoropatellaren Arthrose waren ein- oder mehrere klinisch pathologische Befunde vor der Röntgenuntersuchung nachweisbar (72,5%). Bei 11 Kniegelenken (27,5%) konnte trotz röntgenologisch nachweisbarer Arthrose diese durch den klinischen Befund nicht vermutet werden (Tab.8).

Zahl der Personen		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	n
Grad der Arthrosen	re.	I I I II I I II III I I II II I I I II 0 I I I I	40
	li.	I I I I I I II III I I II I I 0 II I I I I I	
Provozierter Patellaschmerz	re.	* ** * * *	13
	li.	* ** * * *	
Zeichen nach Zohlen	re.	***** * ** * * **	26
	li.	***** ** ** * ** **	
Reduktion der Gleitfähigkeit	re.	* ** * *	10
	li.	* ** * *	

Tab. 8: Femoropatellare Arthrose und Patellasyndrom (Gruppe A)

Die Röntgenaufnahmen von 60 Kniegelenken zeigten keine Arthrose. Bei 29 Kniegelenken (48,3%) waren ein- oder mehrere pathologische Befunde festzustellen. 31 Kniegelenke (51,7%) waren ohne einen pathologischen Befund (Tab.9).

Zahl der Personen		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29	n
Provozierter Patellaschmerz	re.	** * * **	14
	li.	** ** * * ** **	
Zeichen nach Zohlen	re.	*** *** * * **	24
	li.	*** ** *** * * ** **	
Reduktion der Gleitfähigkeit	re.	* * ** *	10
	li.	* * ** *	

Tab. 9: Patellasyndrom ohne Arthrose des femoropatellaren Gelenks (Gruppe A)

16 von 40 Kniegelenken mit Arthrose des femoropatellaren Gelenks wiesen endogene pathogenetische Faktoren auf. In 24 Kniegelenken mit Arthrose des femoropatellaren Gelenks ließen sich endogene pathogenetische Faktoren nicht nachweisen (Tab.10).

Zahl der Personen		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	n
Grad der Arthrosen im femoropatellaren Gelenk	re.	I I I II I I II III I I II II I I I III 0 I I I I	40
	li.	I I I I I I II III I I I II I I 0 II I I I I I	
Dysplasie d. Patella			
WIBERG III	re.	* * *	5
	li.	* * *	
WIBERG IV	re.	*	2
	li.	*	
JÄGERHUT	re.		0
	li.		
Patella alta	re.	* * * *	7
	li.	* * * *	
Patella baja	re.		0
	li.		
Patella bipartita	re.		0
	li.		
Osteochondrosis dissecans	re.	*	1
	li.		
Genu varum		** ** *	5
Genu valgum			0
Hypoplasie der Kondylen	re.	* *	4
	li.	* *	

Tab. 10 : Endogene pathogenetische Faktoren und femoropatellare Arthrose (Gruppe A)

In 60 Kniegelenken stellten wir keine femoropatellare Arthrose fest. 23 Kniegelenke zeigten endogene pathogenetische Faktoren Bei 37 Kniegelenken fanden wir diese nicht (Tab.11).

Zahl der Personen		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29	n
Dysplasie d. Patella			
WIBERG III	re.		4
	li.	* * * *	
WIBERG IV	re.		2
	li.	* *	
JÄGERHUT	re.		0
	li.		
Patella alta	re.	* * * * * * * * * *	11
	li.	* * * * * * * * * *	
Patella baja	re.		1
	li.	*	
Patella bipartita	re.		0
	li.		
Osteochondrosis dissecans	re.		0
	li.		
Genu varum		* * * * * * * *	6
Genu valgum		* * *	2
Hypoplasie der Kondylen	re.		0
	li.		

Tab. 11 : Endogene pathogenetische Faktoren ohne Arthrose des femoropatellaren Gelenks (Gruppe A)

21 von 40 Kniegelenken mit femoropatellarer Arthrose und 26 von 60 Kniegelenken ohne femoropatellare Arthrose zeigten eine Verlagerung der Kniescheibe nach lateral. 3 von 40 Kniegelenken mit femoropatellarer Arthrose und 2 von 60 Kniegelenken ohne femoropatellare Arthrose zeigten eine Verlagerung der Kniescheibe nach medial.

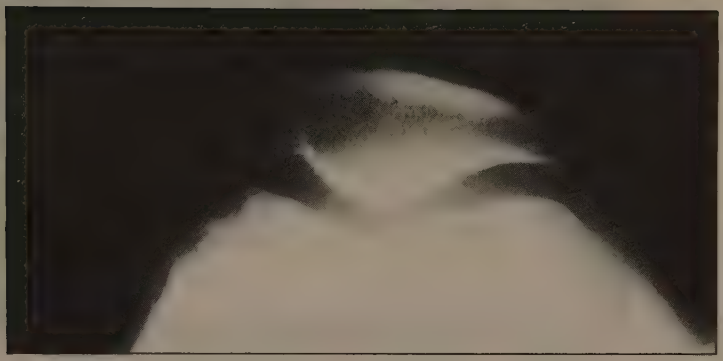


Abb.18: Femoropatellare Arthrose bei einem 51-jährigen Bergmann nach 12 Jahren kniestrapazierender Tätigkeit ohne endogenen Faktor (rechts).

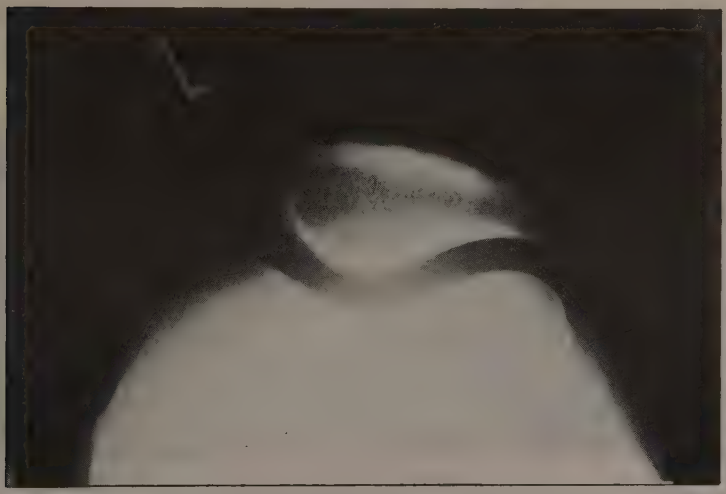


Abb.19: Femoropatellare Arthrose beim obengenannten Bergmann ohne endogenen Faktor (links).

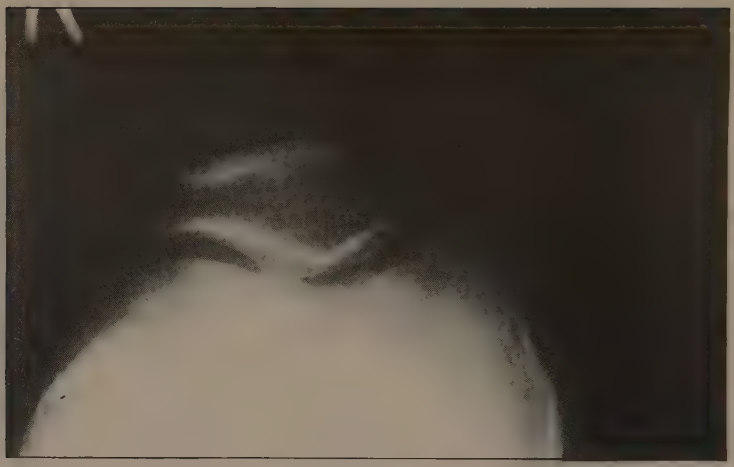


Abb.20: Femoropatellare Arthrose und endogener Faktor (Patellatyp Wiberg III) rechts bei einem 56-jährigen Bergmann nach 11 Jahren kniestrapazierender Tätigkeit.

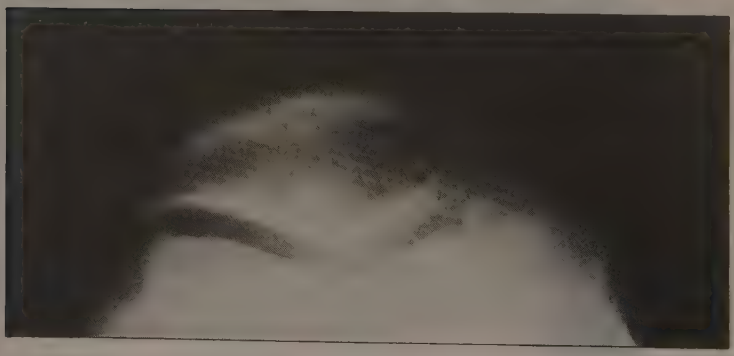


Abb.21: Femoropatellare Arthrose und endogener Faktor (Patellatyp Wiberg III) beim obengenannten Bergmann (links).

4.2 ERGEBNISSE DER GRUPPE B UND ANALYSE

Der Mittelwert des Alters lag bei 46,72 $\pm$ 5,54 Jahre.

13 Personen der Gruppe B gaben an, daß sie regelmäßig Sport betrieben hätten. 9 Personen spielten Fußball, 2 ruderten, eine Person betrieb Leichtathletik und eine fuhr Ski.

In dieser Gruppe hatten 24 Personen Übergewicht.

4 Personen klagten über Schmerzen in anderen Gelenken.
19 Personen gaben Beschwerden in einem oder in beiden Kniegelenken an (Tab.12).

Kniegelenke	diffuse Schmerzen			Schmerzen hinter der Patella nach längerem Sitzen	Schmerzen beim Treppenabsteigen
	gering	mäßig	stark		
rechts	5	5	1	2	8
links	9	6	1	2	9

Tab.12 Subjektive Beschwerden (Gruppe B)

Eine Achsenfehlstellung der Kniegelenke fanden wir bei 9 Personen (Tab.13).

Art der Achsenfehlstellung	gering	mäßig	ausgeprägt	n
Genu varum	2	4	2	8
Genu valgum	1	0	0	1
Genu recurvatum	0	0	0	0

Tab.13 Achsenfehlstellung der Kniegelenke (Gruppe B)

Ein intraartikulärer Erguß wurde in dieser Gruppe nicht festgestellt.
Entzündungszeichen waren nicht vorhanden.

Nach Umfangsmessungen unter Berücksichtigung der Beuger und der Strecker nehmen wir bei 8 Personen eine doppelseitige und bei 2 Personen eine einseitige relative Atrophie des Musculus vastus medialis an.

In der Gruppe B wurde in keinem Fall eine Bandlockerung nachgewiesen.

Die Meniskuszeichen waren in allen Kniegelenken negativ.

Bei der Untersuchung des Patellasyndromes wiesen 14 % der untersuchten Personen provozierten Patellaschmerz, 39 % Zeichen nach ZOHLEN und 10 % eine Reduktion der Gleitfähigkeit auf. Insgesamt zeigten 48 % der Kniegelenke dieser Gruppe einen oder mehrere pathologische Befunde.

Beurteilung der Röntgenaufnahmen:
In dieser Gruppe stellten wir Patellatyp WIBERG II mit 40 % am häufigsten fest. Die Formvariante II/III zeigten 30 % der Kniegelenke. Typ WIBERG I war in 14 % vertreten. Die dysplastische Form der Kniescheibe fanden wir bei 10 % als WIBERG III und in 5 % als WIBERG IV. Die extrem pathologische Formvariante"JÄGERHUT"war in 1 % vertreten (Tab.25).

In 5 Kniegelenken stellten wir eine Patella bipartita fest.

Unter den endogenen pathogenetischen Faktoren war die Patella alta mit 23 % am häufigsten. In einem Kniegelenk stellten wir eine Patella baja fest.

Eine Hypoplasie der Femurcondylen wiesen 3 Kniegelenke auf.

In einem Kniegelenk war eine Osteochondrosis dissecans nachweisbar. Eine Verlagerung der Kniescheibe stellten wir in 20 Kniegelenken fest. Hierbei handelte es sich um eine Verlagerung nach lateral. Eine Verlagerung nach medial war nicht feststellbar. Bei dieser Gruppe stellten wir in 17 % eine Arthrose des femoropatellaren Gelenks fest. Es sind 10 Personen.

In 7 Fällen handelte es sich um eine doppelseitige, in 3 Fällen um eine einseitige Arthrose des femoropatellaren Gelenks. Eine Arthrose des femorotibialen Gelenks war in 10 % der Fälle nachweisbar. Es handelte sich um 7 Personen, von denen 3 eine doppelseitige und 4 eine einseitige Arthrose aufwiesen. 7 Kniegelenke hatten sowohl eine femoropatellare als auch eine femorotibiale Arthrose. 3 Kniegelenke zeigten nur eine femorotibiale Arthrose (Tab.14).

Zahl der Personen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	n
Grad der Arthrosen im femoropatellaren Gelenk	re.	I	I	I	I	I	I	0	I	I	I	0	0	0	17
	li.	I	I	III	I	0	I	III	I	0	I	0	0	0	
Grad der Arthrosen im femorotibialen Gelenk	re.	0	I	I	0	0	0	0	II	0	0	I	0	0	10
	li.	0	I	I	0	0	0	I	II	0	0	0	I	I	

Tab. 14 : Häufigkeit der femoropatellaren und femorotibialen Arthrose (Gruppe B)

ANALYSE DER ERGEBNISSE DER GRUPPE B:

Der Mittelwert des Alters der Personen mit Arthrose lag bei 49,7 $\pm$ 4,5 Jahre und der Personen ohne Arthrose bei 45,9 $\pm$ 5,5 Jahre.

Die Analyse des Gewichtes ergab, daß von 10 Personen mit Arthrose 3 Personen (30 %) ein Übergewicht aufwiesen. In 9 Kniegelenken (52,9 %) mit Arthrose gaben die Untersuchten Beschwerden an. In 8 Kniegelenken mit Arthrose wurden keine subjektiven Beschwerden angegeben (Tab.15).

Zahl der Personen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n
Grad der Arthrosen	re.	I	I	I	I	I	I	0	I	I	I	17
	li.	I	I	III	I	0	I	III	I	0	I	
diffuse Schmerzen												
gering	re.											0
	li.											
mäßig	re.			*	*		*					7
	li.			*	*			*			*	
stark	re.											0
	li.											
Schmerzen hinter der Patella nach längerem Sitzen	re.											0
	li.											
Schmerzen beim Treppenabsteigen	re.			*	*		*					7
	li.	*		*	*		*					

Tab. 15 : Femoropatellare Arthrose und subjektive Beschwerden (Gruppe B)

In 83 Kniegelenken stellten wir keine femoropatellare Arthrose fest. In 23 (27,7 %) von diesen gaben die Personen subjektive Beschwerden an, der Rest war beschwerdefrei (Tab.16).

Zahl der Personen		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40	n
diffuse Schmerzen			
gering	re.	* * * * * * * * * * * * * *	14
	li.	* * * * * * * * * * * * * *	
mäßig	re.	* * * *	3
	li.		
stark	re.	* *	2
	li.	* *	
Schmerzen hinter der Patella nach langem Sitzen	re.	* * * *	4
	li.	* * * *	
Schmerzen beim Treppenabsteigen	re.	* * * * * * * * * * * *	11
	li.	* * * * * * * * * * * *	

Tab. 16 : Subjektive Beschwerden ohne Arthrose des femoropatellaren Gelenks (Gruppe B)

Der klinische Befund ergab in 11 (64·%) von 17 Kniegelenken mit Arthrose Hinweise auf provozierten Patellaschmerz, Zeichen nach ZOHLEN und die Reduktion der Gleitfähigkeit. Die genannten Symptome waren in 6 Kniegelenken mit Arthrose nicht nachweisbar (Tab.17).

Zahl der Personen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n
Grad der Arthrosen	re.	I	I	I	I	I	I	0	I	I	I	17
	li.	I	I	III	I	0	I	III	I	0	I	
Provozierter Patellaschmerz	re.								*			2
	li.										*	
Zeichen nach Zohlen	re.		*	*	*				*	*	*	11
	li.		*	*	*				*		*	
Reduktion der Gleitfähigkeit	re.			*								2
	li.			*								

Tab.17 : Femoropatellare Arthrose und Patellasyndrom (Gruppe B)

83 Kniegelenke zeigten röntgenologisch keine Arthrose. Trotzdem fanden wir in 34 Kniegelenken klinisch einen Befund bzw. mehrere pathologische Befunde. Bei 49 Kniegelenken war das Patellasyndrom nicht feststellbar (Tab.18).

Zahl der Personen		1 2	3 4	5 6	7 8	9 10	11 12	13 14	15 16	17 18	19 20	21 22	23 24	25 26	27 28	29 30	31 32	33 34	35 36	37 38	39 40	n
Provozierter Patellaschmerz	re.		*		*	*								**							*	12
	li.				**	*								**							*	
Zeichen nach Zohlen	re.	*		*		*		*		*	*			**		*		**	*	*	*	28
	li.		*	*		**		*			**			**		*		**	*	*		
Reduktion der Gleitfähigkeit	re.													*				**		*		8
	li.													*				**		*		

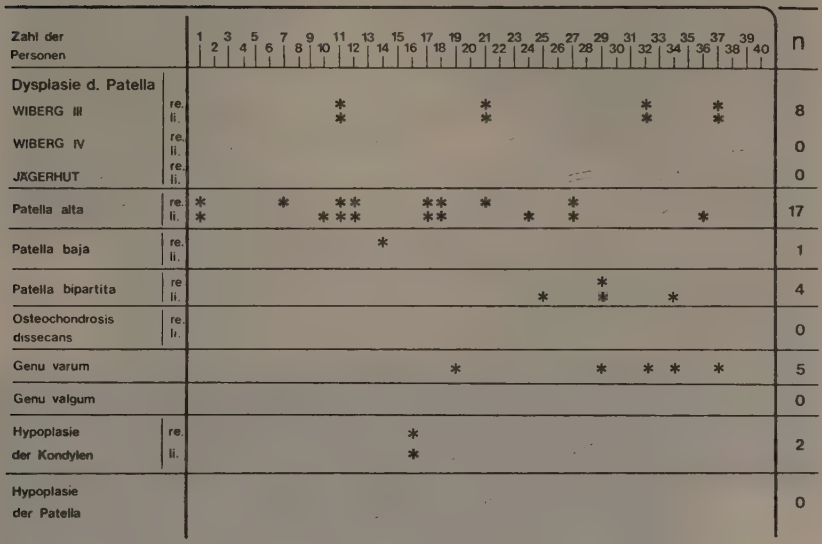
Tab.18 : Patellasyndrom ohne Arthrose des femoropatellaren Gelenks (Gruppe B)

Die Analyse der endogenen pathogenetischen Faktoren ergab, daß 14 von 17 Kniegelenken mit Arthrose einen endogenen Faktor oder mehrere endogene Faktoren aufwiesen. Lediglich in 3 Kniegelenken konnten wir keinen endogenen pathogenetischen Faktor nachweisen (Tab.19).

Zahl der Personen		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n
Grad der Arthrosen	re.	I	I	I	I	I	I	0	I	I	I	21
	li.	I	I	III	I	0	I	III	I	0	I	
Dysplasie d. Patella												
WIBERG III	re.											2
	li.				*	*						
WIBERG IV	re.				*		*				*	5
	li.						*				*	
JÄGERHUT	re.					*						1
	li.											
Patella alta	re.			*	*							6
	li.		*	*				*	*			
Patella baja	re.											0
	li.											
Patella bipartita	re.											1
	li.			*								
Osteochondrosis dissecans	re.											1
	li.							*				
Genu varum							*		*		*	3
Genu valgum				*								1
Hypoplasie der Kondylen	re.									*		1
	li.	*										

Tab. 19 : Endogene pathogenetische Faktoren und femoropatellare Arthrose (Gruppe B)

In 33 von 83 Kniegelenken ohne femoropatellare Arthrose stellten wir endogene pathogenetische Faktoren fest (Tab.20).



Tab. 20 : Endogene pathogenetische Faktoren ohne Arthrose des femoropatellaren Gelenks (Gruppe B)

Von 22 Kniegelenken mit Lateralisation der Patella wiesen 16 keine und 6 Kniegelenke eine Arthrose auf.

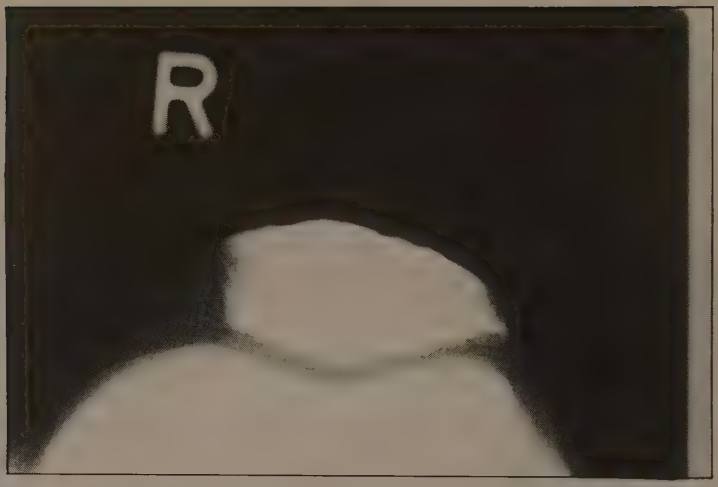


Abb.22: Femoropatellare Arthrose bei Patellatyp Wiberg IV ohne kniestrapazierende Tätigkeit.

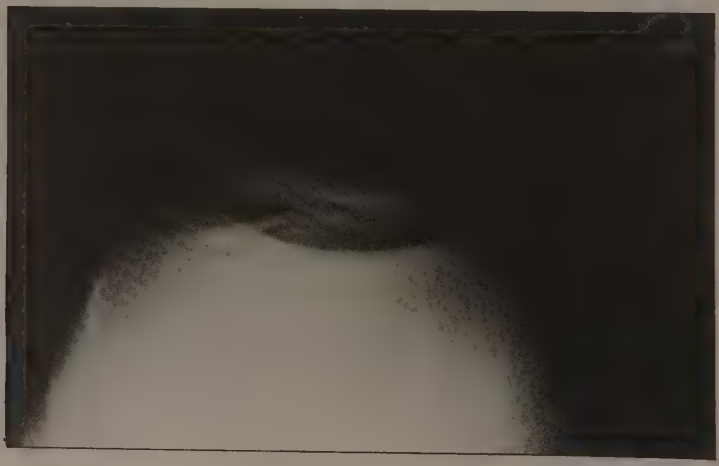


Abb.23: Femoropatellare Arthrose bei Patellatyp "Jägerhut" ohne kniestrapazierende Tätigkeit.

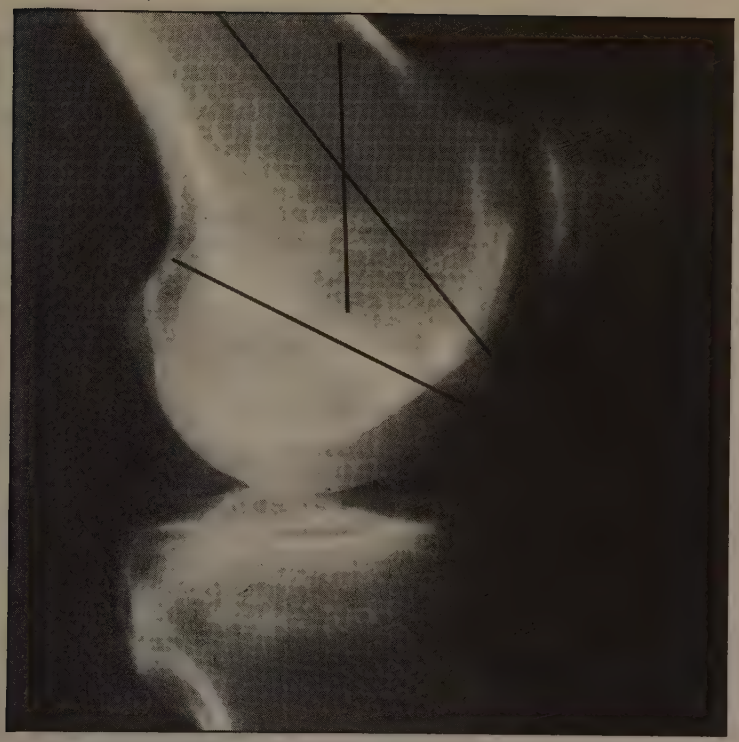


Abb.24: Femoropatellare Arthrose bei Patella alta ohne kniestrapazierende Tätigkeit.

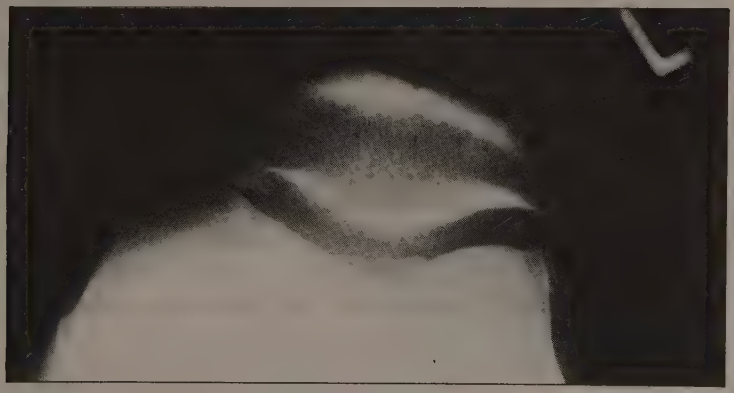


Abb.25: Tangentialaufnahme zur Abb.24.

4.3 ERGEBNISSE UND ANALYSE DER GRUPPE C

Der Mittelwert des Alters lag bei 48,7 ± 4,64 Jahre. Die Dauer der Untertagetätigkeit lag zwischen 3 und 40 Jahren. Der Mittelwert betrug 25,64 ± 6,95 Jahre (Tab.21).

Personen	Dauer der Untertagetätigkeit in Jahren
2	5 - 10
3	11 - 16
7	17 - 22
20	23 - 28
18	29 - 40
n=50	Mittelwert 25,64 ± 6,95

Tab.21 Dauer der Untertagetätigkeit (Gruppe C)

25 Personen dieser Gruppe waren übergewichtig.

Von 100 Kniegelenken waren 74 meniskektomiert. In 26 Kniegelenken wurde kein operativer Eingriff vorgenommen. Von 50 Meniskektomierten wurden 19 Personen einmal rechts oder links operiert. Bei 7 Personen wurde ein Kniegelenk mehrfach meniskektomiert, bei 13 Personen lag eine einmalige Meniskektomie des rechten und linken Kniegelenks vor. 11 Personen waren mehrfach in einem Gelenk einmal oder mehrfach in dem anderen Gelenk meniskektomiert. In den 69 Kniegelenken wurde der Innen- und in 24 der Außenmeniskus entfernt.
Die Röntgenaufnahmen von 25 Personen vor der ersten Meniskektomie standen uns zur Verfügung. Unter Berücksichtigung dieser Röntgenaufnahmen und der intraoperativen Befunde stellten wir in 30 % der Kniegelenke der Gruppe C eine Arthrose des femoropatellaren Gelenks vor der ersten Meniskektomie fest.

Die histologische Begutachtung des Meniskus nach der ersten Meniskektomie zeigte in 51 Fällen eine mittelgradige, in 20 Fällen eine geringgradige und in 3 Fällen eine schwere Degeneration.

Von 74 untersuchten Menisci zeigten 11 Fälle keine Rißbildung, während die übrigen eine Läsion aufwiesen. 36 Personen gaben zum Zeitpunkt der Untersuchung subjektive Beschwerden in einem oder in beiden Kniegelenken an. 14 Personen hatten keinerlei Beschwerden (Tab.22).

Auf die Frage, ob sich das Beschwerdebild nach der Operation gebessert habe, antworteten 24 Personen mit „nein".
12 Personen meinten, nach anfänglicher Besserung seien die Beschwerden erneut eingetreten.

Kniegelenke	diffuse Schmerzen		Schmerzen hinter der Patella nach längerem Sitzen	Schmerzen beim Treppenabsteigen
	gering	mäßig - stark		
rechts	2	14	17	27
links	2	15	17	27

Tab.22 Subjektive Beschwerden zum Zeitpunkt der Untersuchung (Gruppe C)

Eine Achsenfehlstellung der Kniegelenke fanden wir bei 12 Personen. Unterschieden wurde nach Genu valgum, Genu varum und Genu recurvatum (Tab.23).

Art der Achsenfehlstellung	gering	mäßig	ausgeprägt	n
Genu varum	2	6	2	10
Genu valgum	1	1	0	2
Genu recurvatum	0	0	0	0

Tab.23 Achsenfehlstellung der Kniegelenke (Gruppe C)

In 5 Kniegelenken stellten wir einen intraartikulären Erguß fest.

Bei der Umfangsmessung 20 cm oberhalb des inneren Kniegelenkspalts wiesen 34 Personen eine Seitendifferenz zwischen 1 bis 5 cm auf.

Die äußere Betrachtung zeigte, daß am operierten Bein in 80 % eine Atrophie des Musculus vastus medialis vorlag.

Die Bewegungsmaße des Kniegelenks nach neutraler Null - Methode ergaben, daß in 9 Kniegelenken eindeutig die Beugung und in 7 Kniegelenken die Streckung eingeschränkt war (Tab.24).

Anzahl der meniskektomierten Kniegelenke	Beugung 140-120°	110-90°	unter 90°	Streckung 10-5°	unter 5°
74	65	9	0	69	5

Tab.24 Bewegungsmaße der Kniegelenke (Gruppe C)

In 39 Kniegelenken war das mediale Seitenband gelockert oder das Schubladenphänomen war positiv. Von diesen waren 35 Kniegelenke medial meniskektomiert. Eine Lockerung des lateralen Seitenbandes stellten wir in 4 Kniegelenken fest. Von diesen waren 2 lateral meniskektomiert (Tab.28). Bei der Untersuchung des Patellasyndromes wiesen 52 % der Untersuchten provozierten Patellaschmerz, 70 % Zeichen nach ZOHLEN und 24 % eine Reduktion der Gleitfähigkeit auf. Insgesamt stellten wir in 74 Kniegelenken einen pathologischen Befund oder mehrere pathologische Befunde fest.

Beurteilung der Röntgenaufnahmen:

In der Gruppe C war der Patellatyp WIBERG II mit 45 % am häufigsten. Die Formvariante II/III zeigten 31 % der Kniegelenke. Typ WIBERG I war in 7 % vertreten. Die dysplastische Form der Kniescheibe fanden wir bei 14 % als WIBERG III und bei 3 % als WIBERG IV. Die extrem pathologische Form der Variante „JÄGERHUT" war in der Gruppe C nicht vertreten (Tab.25).

Typ der Patella	Bergleute (Gruppe A)	Vergleichs-gruppe (B)	meniskektomierte Bergleute (Gruppe C)
I	12	14	7
II	40	40	45
II/III	35	30	31
III	9	10	14
IV	4	5	3
JÄGER-HUT	-	1	-

Tab.25 Formvarianten der Patella nach WIBERG und BAUMGARTL (Gruppe A,B und C)

Unter den endogenen pathogenetischen Faktoren war die Patella alta mit 27 % am häufigsten. Lediglich 3 Kniegelenke wiesen eine Patella baja auf. Bei 2 Personen stellten wir eine einseitige Patella bipartita fest.

Eine Hypoplasie der Femurcondylen zeigten 4 Kniegelenke.

Osteochondrosis dissecans war in 2 Kniegelenken nachweisbar.

Von 100 Kniegelenken waren 74 meniskektomiert. Von diesen zeigten 58 Kniegelenke (78,3%) eine femoropatellare Arthrose. 26 Kniegelenke waren nicht meniskektomiert. Davon wiesen 9 Gelenke eine Arthrose des femoropatellaren Gelenks auf.

Von 74 meniskektomierten Kniegelenken zeigten 57 (77%) eine Arthrose des femorotibialen Gelenks. Bei 26 nichtmeniskektomierten Kniegelenken stellten wir hier auch in 9 Gelenken eine femorotibiale Arthrose fest.

53 von 74 meniskektomierten Kniegelenken zeigten eine Lateralkippung der Kniescheibe.

ANALYSE DER ERGEBNISSE VON GRUPPE C:

7 Personen, die in einem Kniegelenk mehrfach meniskektomiert waren, zeigten alle eine Arthrose des femoropatellaren Gelenks. Hier waren 4 nichtmeniskektomierte Kniegelenke auch von Arthrose betroffen. Bei 1mal Meniskektomierten (19 Personen) wiesen 13 Kniegelenke eine femoropatellare Arthrose im meniskektomierten und 5 im nichtmeniskektomierten Kniegelenk auf. Die 13 Personen, die in beiden Kniegelenken 1mal meniskektomiert waren, zeigten in 20 Kniegelenken eine Arthrose des femoropatellaren Gelenks. In 18 Kniegelenken von 11 Personen, die mehrfach in einem und einmal oder mehrfach in dem anderen Kniegelenk meniskektomiert waren, stellten wir eine Arthrose des femoropatellaren Gelenks fest (Tab.26).

Meniskektomie	Zahl der Personen	Arthrose im meniskektomierten Kniegelenk				Arthrose im nicht meniskektomierten Kniegelenk			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
einmal rechts oder links	19	6	5	1	1	5			
mehrfach rechts oder links	7	1	3	2	1	2	2		
einmal rechts und links	13	11	3	4	2				
mehrfach in einem einmal oder mehrfach im anderen Kniegelenk	11	5	7	4	2				

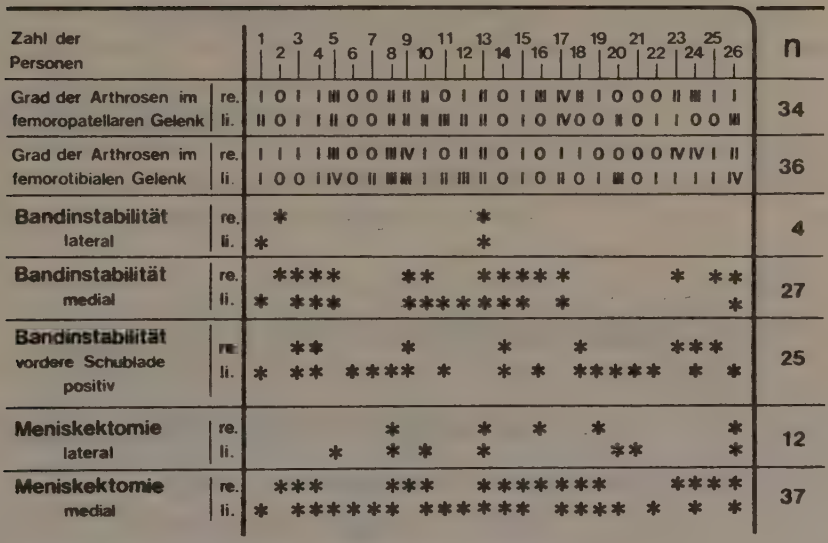
Tab. 26: Röntgenologische Spätergebnisse des femoropatellaren Gelenkes nach Meniskektomie (Gruppe C)

Bei 1mal Meniskektomierten (19 Personen) wiesen 15 Kniegelenke eine femorotibiale Arthrose im meniskektomierten und 5 im nichtmeniskektomierten Kniegelenk auf. 7 Personen, die in einem Kniegelenk mehrfach meniskektomiert waren, zeigten 6mal eine femorotibiale Arthrose im meniskektomierten und 4mal im nichtmeniskektomierten Kniegelenk. Bei den 1mal Meniskektomierten rechts und links (13 Personen) stellten wir in 14 Kniegelenken eine Arthrose des femorotibialen Gelenks fest. Alle 11 Personen, die mehrfach in einem, einmal oder mehrfach in dem anderen Kniegelenk meniskektomiert waren, hatten eine femorotibiale Arthrose (Tab.27).

Meniskektomie	Zahl der Personen	Arthrose im meniskektomierten Kniegelenk				Arthrose im nicht meniskektomierten Kniegelenk			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
einmal rechts oder links	19	9	1	1	4	4		1	
mehrfach rechts oder links	7	1	0	3	2	2	1	1	
einmal rechts und links	13	7	3	4	0				
mehrfach in einem einmal oder mehrfach im anderen Kniegelenk	11	5	4	6	7				

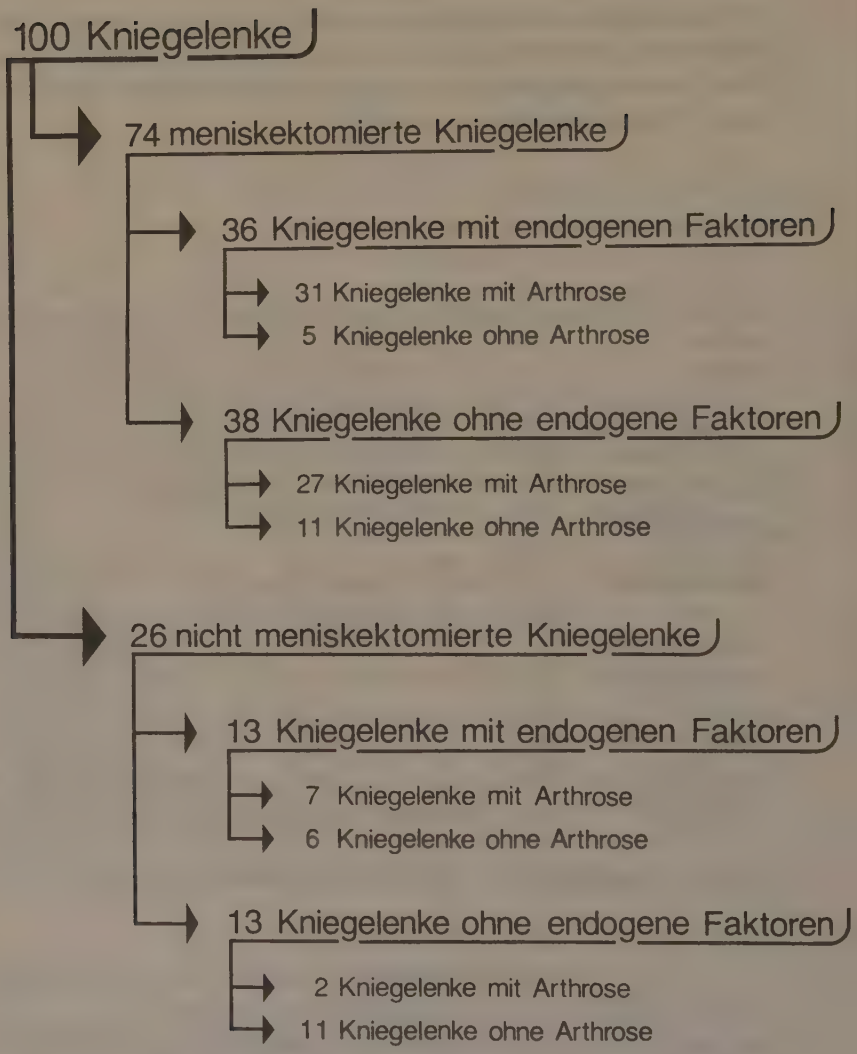
Tab.27: Röntgenologische Spätergebnisse des femorotibialen Gelenkes nach Meniskektomie (Gruppe C)

69 Kniegelenke waren medial meniskektomiert. Von diesen zeigten 39 Kniegelenke eine Lockerung des medialen Seitenbandes und oder ein positives vorderes Schubladenphänomen. Eine femoropatellare und femorotibiale Arthrose wiesen 34 bzw. 36 Kniegelenke auf (Tab.28).



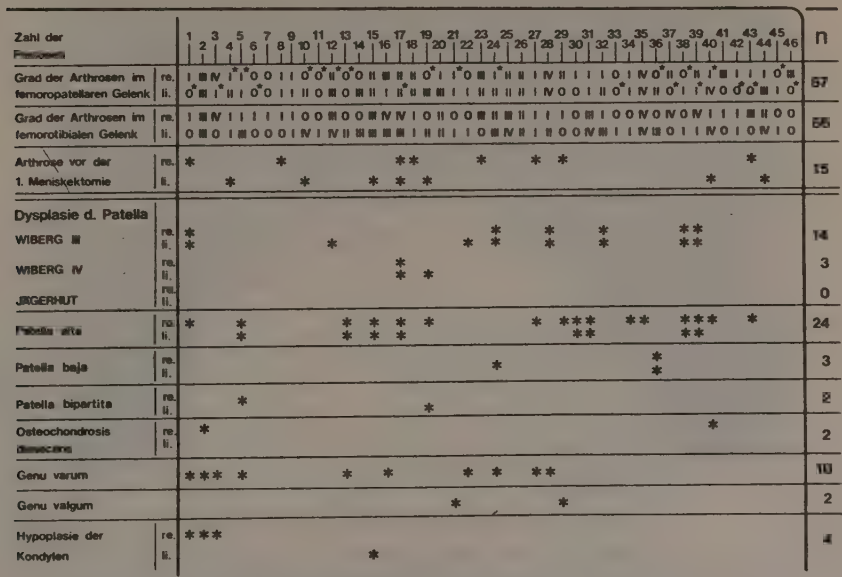
Tab.28: Bandinstabilität und Arthrose (Gruppe C)

Um den Einfluß der endogenen pathogenetischen Faktoren statistisch zu prüfen, haben wir die 100 Kniegelenke der Gruppe C weiter analysiert und die Häufigkeit der femoropatellaren Arthrose im meniskektomierten und nichtmeniskektomierten Kniegelenk bei Vorhandensein von endogenen pathogenetischen Faktoren und ohne diese überprüft (Tab.29).



Tab.29: Aufteilung der Kniegelenke der Gruppe C

In der Gruppe C wiesen 46 Personen eine Arthrose auf. Hier stellten wir in 67 Kniegelenken eine Arthrose des femoropatellaren und in 66 Kniegelenken eine Arthrose des femorotibialen Gelenks fest. Einbezogen sind auch Kniegelenke mit Arthrose, die nicht meniskektomiert waren (in Tab.30 mit * versehen). Bei der statistischen Auswertung der Häufigkeit der femoropatellaren Arthrose im meniskektomierten Kniegelenk werden wir aber nur die meniskektomierten Gelenke berücksichtigen (s.Kapitel 5). Anhand der Röntgenaufnahmen konnten wir in 15 Kniegelenken dieser 46 Personen eine Arthrose des femoropatellaren Gelenks vor der ersten Meniskektomie nachweisen. 49 Kniegelenke der Gruppe C wiesen ein oder mehrere endogene pathogenetische Faktoren auf (in der Gruppe A waren es 39 und in der Gruppe B 47 Kniegelenke).
67 Kniegelenke, die eine Arthrose des femoropatellaren Gelenks aufwiesen, zeigten in 38 Kniegelenken endogene pathogenetische Faktoren (Tab.30).



Tab. 30: Femoropatellare bzw. femorotibiale Arthrose und endogene Faktoren (Gruppe C)

In der Gruppe C hatten 4 Personen weder im rechten noch im linken Kniegelenk eine Arthrose des femoropatellaren oder des femorotibialen Gelenks. Bei 3 Personen handelt es sich um eine einmalige Meniskektomie. Eine Person war in beiden Kniegelenken einmal meniskektomiert. In 3 Kniegelenken wurde der Innenmeniskus und in 2 Kniegelenken der Außenmeniskus entfernt. Bei diesen Personen stellten wir in 3 Kniegelenken eine Patella alta fest. Sonstige endogene pathogenetische Faktoren waren hier nicht nachweisbar.

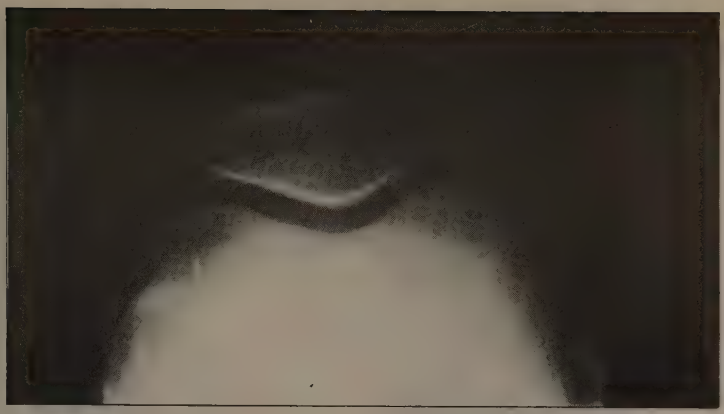


Abb.26: Femoropatellare Arthrose nach Entfernung des rechten Innen- und Außenmeniskus bei einem 49-jährigen Bergmann, 22 Jahre kniestrapazierende Tätigkeit, 3 Jahre nach der ersten Meniskektomie, keine femoropatellare Arthrose vor der ersten Meniskektomie.

Abb.27: Tangentialaufnahme des nicht-meniskektomierten Gelenks links des obengenannten Bergmanns (Abb.26), femoropatellare Arthrose nicht nachweisbar.

Abb.28: Femoropatellare Arthrose 19 Jahre nach Meniskektomie.

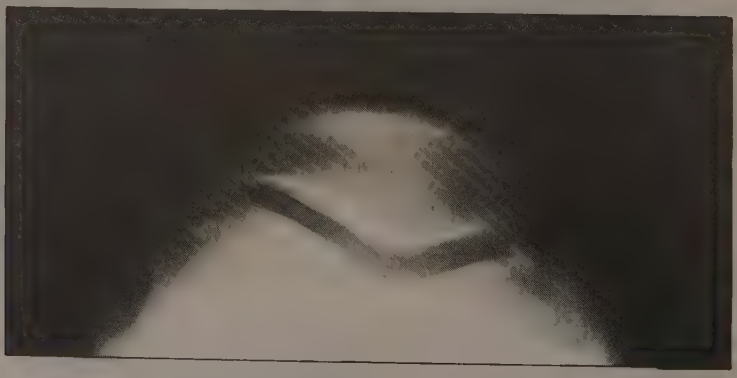


Abb.29: Tangentialaufnahme zur Abb.28.

5. STATISTISCHE GRUNDLAGEN UND AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE

Die Wahrscheinlichkeit $P_{N,p}(k)$, daß von N zufällig ausgewählten Kniegelenken k Arthrose des femoropatellaren Gelenkes aufweisen, ist durch das Binomialgesetz bestimmt:

$$P_{N,p}(k) = \binom{N}{k} p^k (1-p)^{N-k} \qquad (5.1)^{*)},$$

vgl. z.B. EADIE et al. (26). In (5.1) ist p die Wahrscheinlichkeit, bei einem Kniegelenk Arthrose des femoropatellaren Gelenkes zu finden. Bei N zufällig ausgewählten Kniegelenken ist der Erwartungswert E[k] von k

$$E[k] = \sum_{k=0}^{N} k\, P_{N,p}(k) = N \cdot p \qquad (5.2)^{**)},$$

die Varianz ("Streuung") V[k] von k

$$V[k] \equiv \sigma^2 = E[(k-E[k])^2] = Np(1-p) \qquad (5.3),$$

(26). Ist, wie hier der Fall, die Wahrscheinlichkeit p, bei einem Kniegelenk Arthrose zu finden, unbekannt, so ist die relative Häufigkeit

$$h = \frac{k}{N} \qquad (5.4)$$

eine erwartungstreue und konsistente Schätzung von p. Diese Schätzung ist erwartungstreu, weil für den Erwartungswert E[h] von h gilt: E[h] = p, sie ist konsistent, weil für die Varianz V[h] von h gilt: V[h] → 0 für N → ∞, (26).

---

*) $\binom{N}{k} = \frac{N!}{(N-k)!\,k!}$, N = 0,1,2,3,...., k = 0,1,2,3,...,k ≤ N;
N! = 1·2·3...·(N-1)·N, k! und (N-k)! analog, d.h. z.B.:
(N-k)! = 1·2·3...·(N-k-1)·(N-k)

**) Ist z.B. N = 10 und p = 0,4, so wird erwartet, daß man 4 Kniegelenke mit Arthrose des femoropatellaren Gelenkes findet.

In dem hier vorliegenden Fall unbekannter Wahrscheinlichkeit p wird eine erwartungstreue Schätzung der Varianz (5.3) durch den Ausdruck

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{N}{N-1} N\, h(1-h) \qquad (5.5)$$

gegeben, wobei h die Abschätzung (5.4) für p ist. Die Schätzung (5.5) ist erwartungstreu, weil für den Erwartungswert $E[\hat{\sigma}^2]$ von (5.5) gilt: $E[\hat{\sigma}^2] = \sigma^2 = V[k]$, (26).

Die Wahrscheinlichkeit p, daß bei einem Kniegelenk Arthose des femoropatellaren Gelenkes vorliegt, kann beeinflußt sein

a) durch das Vorhandensein endogener Faktoren,

b) durch das Ausüben knietrapazierender Tätigkeit, wie z.B. durch das Ausüben des Bergmannberufs (Untertagetätigkeit).

Um diese beiden Einflüsse voneinander separieren zu können, werden für jede der untersuchten Gruppen die untersuchten Kniegelenke gemäß der Tab.31 aufgeschlüsselt. Auf diese Weise läßt sich der Einfluß kniestrapazierender Tätigkeit (Bergmannstätigkeit) auf das Auftreten von Arthrose des femoropatellaren Gelenkes unabhängig vom Vorhandensein endogener Faktoren studieren.

Die sich aus den Zahlen der Tab.31 gemäß Gleichung (5.4) ergebenden relativen Häufigkeiten sind in Tab.32 aufgeführt. Die dort genannten Unsicherheiten $\hat{\sigma}(h)$ ergeben sich wie folgt: Gemäß (5.4) gilt für die Varianz V[h] von h:

$$V[h] = V[k/N] = \frac{1}{N^2} V[k],$$

(26). V[k] ist durch Gleichung (5.3) gegeben. Benutzt man die Abschätzung (5.5) von (5.3), so erhält man als Abschätzung von V[h] den Ausdruck:

$$\hat{\sigma}^2(h) = \frac{1}{N-1} h(1-h) \qquad (5.6),$$

somit also

$$\hat{\sigma}(h) = \sqrt{\frac{h(1-h)}{N-1}} \qquad (5.7).$$

Wie aus Tab.32 ersichtlich, ist die relative Häufigkeit der Arthrose des femoropatellaren Gelenks bei Kniegelenken ohne endogene Faktoren in der Gruppe A um den Faktor

$$f = \frac{h_A}{h_B} = \frac{0,39 \pm 0,06}{0,06 \pm 0,03} = 6,5 \pm 3,7 \qquad *),**)$$

größer als in der Gruppe B. Bei den Kniegelenken mit endogenen Faktoren stimmen die relativen Häufigkeiten h_A und h_B *) jedoch innerhalb ihrer Vertrauensintervalle $[h-\hat{\sigma}(h),\ h+\hat{\sigma}(h)]$ überein. Es erhebt sich daher die Frage, ob die erhaltene Differenz $h_A-h_B = 0,41-0,30 = 0,11$ signifikant oder zufällig ist, d.h. ob die kniestrapazierende Bergmannstätigkeit bei Vorhandensein von endogenen Faktoren zu einer Erhöhung der Arthroseanfälligkeit des femoropatellaren Gelenkes führt oder nicht. Um diese Frage beantworten zu können, ist die Durchführung eines Tests über die betrachtete Differenz h_A-h_B erforderlich:

Zu diesem Zweck sei die Hypothese H_o ***) aufgestellt, daß der Erwartungswert $E[h_A]$ von h_A gleich dem Erwartungswert $E[h_B]$ von h_B sei, also

$$H_o: \quad E[h_A] = E[h_B] \qquad (5.8).$$

---

*) Indizes A und B beziehen sich auf die untersuchte Gruppe, vgl. Tab.31 .

**) Die angegebene Unsicherheit $\hat{\sigma}(f) = 3,7$ von f berechnet sich gemäß dem Gaußschen Fehlerfortpflanzungsgesetz (vgl. (26) wie folgt:
$\hat{\sigma}(f) = f \cdot \sqrt{(\hat{\sigma}(h_A)/h_A)^2 + (\hat{\sigma}(h_B)/h_B)^2}$

***) In Testproblemen wird die zu überprüfende Hypothese üblicherweise als "Nullhypothese" H_o bezeichnet.

Gruppe	Kniegelenke mit endogenen Faktoren			Kniegelenke ohne endogene Faktoren		
	Arthrose des femoropatellaren Gelenks (k)	keine Arthrose des femoropatellaren Gelenks (N-k)	insgesamt ((N-k)+k)	Arthrose des femoropatellaren Gelenks (k)	keine Arthrose des femoropatellaren Gelenks (N-k)	insgesamt ((N-k)+k)
A	16	23	39	24	37	61
B	14	33	47	3	50	53
C	31	5	36	27	11	38

Tab. 31 : absolute Häufigkeiten von Arthrosen des femoropatellaren Gelenks in Kniegelenken mit und ohne endogene Faktoren in den untersuchten Gruppen

Gruppe	Kniegelenke mit endogenen Faktoren h±ô(h)	Kniegelenke ohne endogene Faktoren h±ô(h)
A	0,41±0,08	0,39±0,06
B	0,30±0,07	0,06±0,03
C	0,86±0,06	0,71±0,07

Tab. 32 : relative Häufigkeiten der Arthrose des femoropatellaren Gelenks in Kniegelenken mit und ohne endogene Faktoren in den untersuchten Gruppen

Dies besagt: wird diese Hypothese durch den Test nicht widerlegt, so ist die aus den Stichproben erhaltene Differenz $h_A - h_B$ zufällig, also nicht signifikant.

Um eine Hypothese H_o testen zu können, bedarf es einer geeignet gewählten, dem Testproblem angemessenen Teststatistik T. Diese ist eine Funktion der Stichproben. So ist die zum Test der Hypothese (5.8) geeignete Teststatistik - vgl. (17) -

$$T = \frac{h_A - h_B}{\sqrt{(N_A-1)\hat{\sigma}^2(h_A) + (N_B-1)\hat{\sigma}^2(h_B)}} \cdot \sqrt{\frac{N_A \cdot N_B (N_A+N_B-2)}{N_A+N_B}} \qquad (5.9)$$

Funktion der relativen Häufigkeiten h_A und h_B, der empirischen Streuungen (5.6) sowie der Stichprobenumfänge N_A und N_B. In praxi wird man für T irgendeinen Zahlenwert erhalten. Sei Ω der Bereich aller Zahlenwerte, die T als Funktion der Stichproben überhaupt annehmen kann. Beispielsweise kann die Teststatistik (5.9) im Prinzip alle reellen Zahlenwerte zwischen $-\infty$ und $+\infty$ annehmen, d.h. Ω ist in diesem Fall die Menge der reellen Zahlen. Sei ω ein bestimmter Teilbereich von Ω (d.h.: $\Omega = \omega + (\Omega - \omega)$) mit folgender Eigenschaft: Fällt der für T erhaltene Zahlenwert in diesen Bereich ω, so wird dies als Vorschlag gewertet, die Hypothese H_o, also die Hypothese unter Test abzulehnen. ω wird daher auch kritischer Bereich genannt, (26). Dieser kritische Bereich ist natürlich geeignet zu bestimmen. Diese Bestimmung wird - vgl. z.B. (26) - wie folgt vorgenommen: Der kritische Bereich ω wird derart gewählt, daß die Wahrscheinlichkeit, daß der Zahlenwert von T, wenn die Hypothese H_o wahr ist, im Bereich ω liegt, gleich einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit α ist. Man schreibt diese Aussage

$$P(T \in \omega \mid H_o \text{ wahr}) = \alpha \qquad (5.10)$$

und liest (5.10): "Die Wahrscheinlichkeit P, daß T Element von ω ist, wenn H_o wahr ist, beträgt α".

Die Wahrscheinlichkeit α heißt Signifikanzniveau, (26). α ist also per definitionem die Wahrscheinlichkeit, eine wahre Hypothese H_o abzulehnen. Es liegt auf der Hand, daß diese Wahrscheinlichkeit α klein zu wählen ist. Üblicherweise wird $\alpha = 0{,}05$ (d.h. 5 %) oder auch 0,02 oder 0,01 gewählt, (17). α ist - vgl. (26) - durch das Integral derjenigen Verteilungsfunktion (Wahrscheinlichkeitsdichte) $f(T|H_o \text{ wahr})$ über ω gegeben, der die Teststatistik T genügt, wenn die Hypothese H_o wahr ist:

$$\alpha = P(T \in \omega | H_o \text{ wahr}) = \int_{\omega} dT\, f(T|H_o \text{ wahr}) \qquad (5.11),$$

vgl. Abbildung 30 *). Ist $f(T|H_o \text{ wahr})$ bekannt, so läßt sich das kritische Gebiet ω für ein vorgegebenes Signifikanzniveau α gemäß (5.11) ermitteln. Ist $f(T|H_o \text{ wahr})$ eine der gebräuchlichen Verteilungsfunktionen (Normalverteilung, χ^2-Verteilung usf.), so läßt sich ω Tabellen dieser Verteilungsfunktion entnehmen.

Da die Teststatistik (5.9) sowohl positive wie negative Zahlenwerte annehmen kann, wird man die Hypothese (5.8) ablehnen, wenn der Betrag von (5.9) größer ist als ein kritischer Wert T_c:

$$|T| > T_c \qquad (5.12)^{**}),$$

---

*) Verteilungsfunktionen sind, vgl. z.B. (26), stets auf 1 normiert, d.h. $\int_{\Omega} dT\, f(T|H_o \text{ wahr}) = 1$.
Die Wahrscheinlichkeit, daß T nicht in ω, sondern in $\Omega-\omega$ liegt, wenn H_o wahr ist, ist
$\int_{\Omega-\omega} dT\, f(T|H_o \text{ wahr}) = 1-\alpha$.
Die Wahrscheinlichkeit, daß T in einem bestimmten Bereich liegt, ist also durch die Fläche unter der Kurve $f(T|H_o \text{ wahr})$ in diesem Bereich gegeben, vgl. Abbildung .

**) Der Betrag einer Zahl ist ihr positiver Wert. Beispielsweise ist der Betrag von +2 zwei, der Betrag von -2 ebenfalls zwei, kurz: $|2|=|-2|=2$

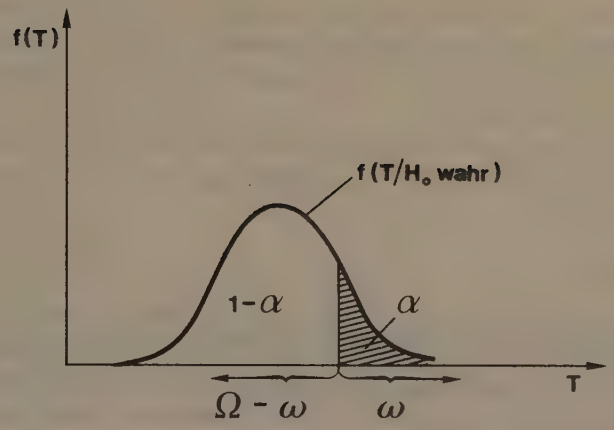


Abbildung 30 : Illustration zu (5.11)

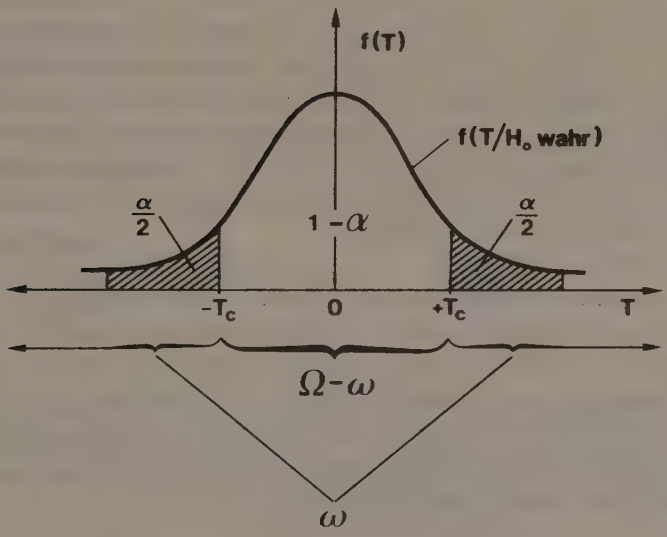


Abbildung 31 : Illustration zum Test der Hypothese (5.8):
T liegt im kritischen Gebiet ω, wenn $|T| > T_c$.

vgl. (15). Die Wahrscheinlichkeit α, daß (5.12) gilt, wenn die Hypothese (5.8) wahr ist, ist gemäß (5.11)

$$\alpha = P(|T| > T_c | H_o \text{ wahr}) = \int_{-\infty}^{-T_c} dT\, f(T|H_o \text{ wahr}) + \int_{T_c}^{+\infty} dT\, f(T|H_o \text{ wahr}) \qquad (5.13),$$

vgl. Abbildung 31 .

Die Teststatistik (5.9) genügt unter den Voraussetzungen, daß die Hypothese (5.8) wahr ist und daß für die Varianzen von h_A und h_B gilt

$$V[h_A] = V[h_B] \qquad (5.14),$$

einer Studentschen t-Verteilung mit $\lambda = N_A+N_B-2$ Freiheitsgraden, vgl. (17). Entsprechend spricht man vom "Studentschen t-Test" oder kurz von "t-Test". Als weitere Voraussetzung für die Anwendbarkeit des t-Tests wird häufig genannt, daß h_A und h_B in (5.9) aus normalverteilten Grundgesamtheiten stammen müssen, jedoch ist der t-Test gegenüber dieser Voraussetzung nur wenig empfindlich: er läßt sich nur dann nicht anwenden, wenn die Häufigkeitsverteilungen der Stichproben mehrgipflig oder sehr "schief" sind, (17).

Die Verteilungsfunktion $f(T|H_o \text{ wahr})$ von (5.9) in (5.13) ist also unter den genannten Voraussetzungen bekannt, ist nämlich eine Studentsche t-Verteilung mit $\lambda = N_A+N_B-2$ Freiheitsgraden. Die Studentschen t-Verteilungen sind tabelliert, vgl. z.B. (15). Daher läßt sich der gemäß (5.13) zu einem vorgegebenen Signifkanzniveau α korrespondierende kritische Wert T_c entsprechenden Tabellenwerken entnehmen.

In dem hier diskutierten Problem beträgt der Freiheitsgrad λ 84, vgl. Tab. 31 . Der zu diesem Freiheitsgrad und zu einem Signifikanzniveau $\alpha = 0{,}01$ korrespondierende kritische Wert

ist

$$T_c(\alpha = 0{,}01,\ \lambda) = 2{,}64,$$

vgl. (15). Für die Teststatistik (5.9) erhält man hier den Wert

$$T = 6{,}28.$$

Da also (5.12) erfüllt wird, wird die Hypothese (5.8) auf der Basis eines Signifikanzniveaus $\alpha = 0{,}01$ abgelehnt. Man sagt auch: Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 % ($\alpha = 0{,}01$) wird die Hypothese (5.8) nicht akzeptiert. Dies bedeutet: Die aus den Stichproben für h_A und h_B erhaltene (hier betrachtete) Differenz $h_A - h_B = 0{,}11$ kann nicht aus der Zufälligkeit der Stichproben erklärt werden. Sie ist vielmehr signifikant.

Bisher blieb allerdings die Voraussetzung (5.14) für die Anwendbarkeit des t-Tests ungeprüft. Die Überprüfung, ob diese Voraussetzung hier erfüllt ist, läßt sich wiederum als Test formulieren: Zu diesem Zweck sei die Hypothese H_o aufgestellt, daß (5.14) gilt. Dies bedeutet: Wird diese Hypothese durch den Test abgelehnt, so war das eingeschlagene Verfahren nicht anwendbar. Als Teststatistik eignet sich - vgl. (17) - das Verhältnis

$$v = \frac{\hat{\sigma}^2(h_A)}{\hat{\sigma}^2(h_B)} \qquad (5.15)$$

der gemäß (5.6) ermittelten empirischen Streuungen von h_A und h_B. Diese Teststatistik kann nur Zahlenwerte zwischen 0 und $+\infty$ annehmen. Man wird also die Hypothese (5.14) ablehnen, wenn (5.15) größer ist als ein kritischer Wert v_c:

$$v > v_c \qquad (5.16),$$

vgl. (17). Die Wahrscheinlichkeit α, daß (5.16) gilt, wenn die Hypothese (5.14) wahr ist, ist gemäß (5.11):

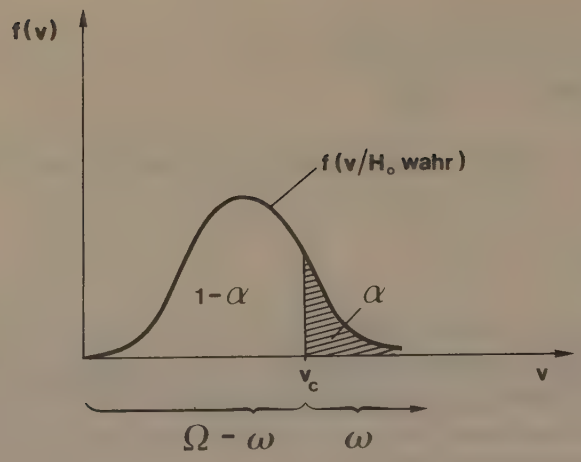


Abbildung 32 : Illustration zum Test der Hypothese (5.14): v liegt im kritischen Gebiet ω, wenn $v > v_c$.

$$\alpha = P(v > v_c | H_o \text{ wahr}) = \int_{v_c}^{\infty} dv\, f(v|H_o \text{ wahr}) \qquad (5.17),$$

vgl. Abbildung 32 .

Die Verteilungsfunktion $f(v|H_o \text{ wahr})$ von (5.15) unter der Bedingung, daß die Hypothese (5.14) wahr ist, ist eine F-Verteilung mit $\lambda_A = N_A - 1$, $\lambda_B = N_B - 1$ Freiheitsgraden, (17). F-Verteilungen sind tabelliert, vgl. z.B. (17). Daher läßt sich der gemäß (5.17) zu einem vorgegebenen Signifikanzniveau α korrespondierende kritische Wert v_c entsprechenden Tabellenwerken entnehmen.

In dem hier behandelten Problem betragen die Freiheitsgrade: $\lambda_A = 38$, $\lambda_B = 46$, vgl. Tab. 31 . Der zu diesen Freiheitsgraden und zu einem Signifikanzniveau $\alpha = 0{,}01$ korrespondierende kritische Wert ist

$v_c(\alpha = 0{,}01, \lambda_A, \lambda_B) = 2{,}05,$

vgl. (17). Für die Teststatistik (5.15) erhält man hier gemäß (5.6) den Wert:

$v = 1{,}4.$

Da also (5.16) nicht erfüllt wird, wird die Hypothese (5.14) nicht abgelehnt: der Unterschied zwischen den hier betrachteten empirischen Streuungen $\hat{\sigma}^2(h_A)$ und $\hat{\sigma}^2(h_B)$ ist nicht signifikant, die Voraussetzung (5.14) für die Anwendbarkeit des oben durchgeführten t-Tests kann als erfüllt betrachtet werden.

6. DISKUSSION

Die Pathogenese der biomechanischen Störungen im femoropatellaren Gelenk ist von vielen Autoren analysiert worden (6,8,28,35,43,51,93,102,108,110,116).

Es wird mehrfach in der Literatur auf die Bedeutung der endogenen Faktoren in der Pathogenese der Chondromalacia patellae und der femoropatellaren Arthrose hingewiesen.

In der Gruppe B wurden die Kniegelenke von 50 Personen ohne kniestrapazierende Tätigkeit auf die Häufigkeit der femoropatellaren Arthrose untersucht. Wir fanden in 17 % eine Arthrose des femoropatellaren Gelenks. Die Angaben über die Häufigkeit der femoropatellaren Arthrose in der Literatur gehen auseinander. Das ist darin begründet, daß die Autoren verschiedene Untersuchungsmethoden angewandt haben.
THIJN (106) fand eine Chondropathia patellae nur in 9 % der Fälle bei Patienten ohne Meniskusläsion. PFEIL (77) stellte bei 4000 Kniegelenkoperationen in 33 % der Fälle eine Chondropathia patellae fest. SILFVERSKIÖLD (100) beobachtete bei 173 Sektionen bei Patienten zwischen dem 15. und 20.Lebensjahr in 25 %, bei 30Jährigen in 35 % der Fälle eine Chondromalacia patellae bzw. femoropatellare Arthrose. Die autoptisch häufig gefundene Läsion des Patellaknorpels läßt annahmen, daß viele dieser Fälle unter Bildung eines festen Faserknorpels spontan ausheilen, ohne klinisch manifest zu werden (4).
Nach Vergleich unseres Kollektivs mit denen der Literatur und unter Berücksichtigung der Besonderheiten dieser Gruppe meinen wir, daß der von uns angegebene Prozentsatz in etwa der Häufigkeit der femoropatellaren Arthrose in der Bevölkerung ohne kniestrapazierende Tätigkeit entspricht.

Bei 9 von 10 Personen mit femoropatellaren Arthrosen konnten wir einen oder mehrere endogene pathogenetische Faktoren wie Dysplasie der Kniescheibe, Patella alta, Patella baja, Patella bipartita, Hypoplasie der Femurcondylen, Osteochondro-

sis dissecans, Genu valgum und Genu varum feststellen. Unter den genannten Faktoren war die Patella alta mit 24 % am häufigsten. BANDI (4) gibt nach Modellversuch und Berechnung des Umwicklungseffektes für die Patella alta einen zusätzlichen Druck von 20 bis 40 % an. Er fand in einem Krankengut von 100 Patienten mit Chondromalacia patellae und femoropatellarer Arthrose in 40 % und in einer Gruppe gleichen Durchschnittsalter ohne Kniebeschwerden in 20 % eine Patella alta.

Als Dysplasie der Kniescheibe bezeichnen wir mit BANDI die Varianten WIBERG III, WIBERG IV (BAUMGARTL) und „JÄGERHUT". BANDI (6) gibt die Häufigkeit der Variante WIBERG III mit 10 % und WIBERG IV mit 15 % an (Tab.1). Wir fanden in der Gruppe B in 10 % Typ WIBERG III, in 5 % WIBERG IV und in 1 % „JÄGERHUT". Durch die Störung der Druckverteilung in der Frontalebene werden die dysplastischen Kniescheiben einseitig überlastet, da die Berührungsflächen teils kleiner als normal sind. Der Überdruck auf der lateralen Facette und der Unterdruck auf der medialen Facette führt zur Chondromalacia patellae (6,8,28,43,81).

NEBEL und LINGG (71) veröffentlichten 1981 die Befunde an Autopsie patellae und stellten fest, daß kein statistisch zu sichernder Zusammenhang zwischen Chondropathia patellae einerseits und Patellatypen nach WIBERG und BAUMGARTL andererseits besteht.

Wir fanden bei 4 von 10 Personen mit femoropatellarer Arthrose Dysplasien der Kniescheibe (Tab.19). Da teilweise in einem Kniegelenk mehrere endogene Faktoren nachweisbar waren, können wir den Einfluß der einzelnen Faktoren nicht sicher beurteilen. Es steht fest, daß die endogenen Faktoren in der Pathogenese der femoropatellaren Arthrose der Gruppe B eine wesentliche Rolle spielen. Wie sich aus der Tab.32 ablesen läßt, liegt die relative Häufigkeit der femoropatellaren Arthrose in Kniegelenken mit endogenen Faktoren bei 0,30 $\pm$ 0,007 und in den Kniegelenken ohne endogene Faktoren bei 0,06 $\pm$ 0,03.

Wie die Abbildung 33 zeigt, ist beispielsweise praktisch unwahrscheinlich, unter zufällig ausgewählten 10 Kniegelenken, die der Gruppe B ohne endogene Faktoren zuzuordnen sind, 4 Kniegelenke zu finden, die femoropatellare Arthrosen aufweisen. Diese Wahrscheinlichkeit ist in den Kniegelenken mit endogenen Faktoren eher gegeben. Den Einfluß der endogenen Faktoren in der Ätiopathogenese der femoropatellaren Arthrose bei Personen ohne kniestrapazierende Tätigkeit sehen wir in unserer Statistik als gesichert an.

Es ist von zahlreichen Autoren untersucht und beschrieben, daß die Leistungssportler gegenüber einer vergleichbaren Altersgruppe deutlich häufiger an einer Chondromalacia patellae erkranken (6,31,32,57,93,107).
BANDI (6) hat die Druckverhältnisse im femoropatellaren Gelenk bei der Abfahrtechnik der Skifahrer in der Hocke berechnet und auf die Gefahren für das femoropatellare Gelenk hingewiesen. Auf die Bedeutung der kniestrapazierenden Tätigkeit im Beruf als einen exogenen Faktor in der Pathogenese der Chondromalacia patellae und der femoropatellaren Arthrose sind in der uns bekannten Literatur wenige Autoren eingegangen. BANDI (6) erwähnt nur in seinen ausführlichen Veröffentlichungen über die retropatellaren Kniegelenkschäden, daß die exogenen Schädigungen bei Schwerarbeitern, die Lasten tragen mit gleichzeitiger Überwindung von Höhendifferenzen (steile Wege,Treppen,Leitern), vorkommen.
Wir untersuchten 50 Bergleute (Gruppe A) mit kniestrapazierender Tätigkeit unter Tage und stellten in 40 % der Fälle eine Arthrose des femoropatellaren Gelenks fest.
PFEIL (76) beobachtete bei 224 Arthrotomien in 12 % eine Chondromalacia patellae bzw. femoropatellare Arthrose. Bei der Operation der Kniegelenke von 64 Bergarbeitern fand er in 37 % eine Chondromalacia patellae bzw. femoropatellare Arthrose, d.h. bei Bergarbeitern traten 3mal so häufig Chondropathien auf wie bei Patienten anderer Berufsklassen.
In der Gruppe A untersuchten wir den Einfluß der endogenen pathogenetischen Faktoren auf die Häufigkeit der Arthrose.

Wir konnten statistisch nachweisen, daß der Einfluß endogener Faktoren in dieser Gruppe bedeutungslos ist. Die relativen Häufigkeiten der Arthrosefälle sind mit 0,39 $\pm$ 0,06 in der Gruppe ohne endogene Faktoren und 0,41 $\pm$ 0,08 in der Gruppe mit endogenen Faktoren praktisch gleich. Dieser Unterschied ist nicht signifikant.
Wenn wir nun die Gruppe B mit der Gruppe A vergleichen, so müssen wir feststellen, daß der Einfluß kniestrapazierender Tätigkeit auf die Häufigkeit der femoropatellaren Arthrose offenbar ist. Sind keine endogenen Faktoren im Kniegelenk vorhanden, so ist dieser Einfluß aus dem Anstieg der relativen Häufigkeit der Arthrosefälle von 0,06 $\pm$ 0,03 in der Gruppe B auf 0,39 $\pm$ 0,06 in der Gruppe A evident (Tab.31 und 32).
Wir teilen nicht die Ansicht von SCHILLING (91), daß auch die Ätiopathogenese der femoropatellaren Arthrose des Bergmanns im Sinne der Dysplasie der Kniescheibe nach WIBERG und BAUMGARTL zu erklären ist. Entsprechende Fehlbildungen der Patella disponieren zwar offensichtlich zur Ausbildung einer Chondropathie, die Entstehung einer Läsion ist aber erwartungsgemäß zusätzlich eine Funktion der Belastung des Knorpels, u.a. der Belastung des Quadricepsmechanismus (74).
Der Vergleich der Gruppe B mit der Gruppe A (Tab.32) zeigt, daß die relative Häufigkeit der femoropatellaren Arthrose in Kniegelenken mit endogenen Faktoren von 0,30 $\pm$ 0,07 bei der Gruppe B auf 0,41 $\pm$ 0,08 bei der Gruppe A ansteigt. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant. Wir können sagen, daß die kniestrapazierende Tätigkeit des Bergmanns bei Vorhandensein von endogenen Faktoren im Kniegelenk zu einer signifikanten Erhöhung der femoropatellaren Arthrose führt.
REHN et al (81) untersuchten 100 Patienten, davon 45 Bergleute wegen unklarer Kniegelenkbeschwerden und fanden bei 86 % der Untersuchten eine Arthrose des femoropatellaren Gelenks. Bei der Untersuchung wurde insbesondere der Einfluß der Patelladysplasie auf die Arthrose berücksichtigt. Sie stellten in 44,6 % eine Patella Typ WIBERG III und in

4,1 % eine Patella Typ WIBERG IV und in 1,02 % die Variante JÄGERHUT"fest. Wir fanden bei der Gruppe A 9 % Patella Typ WIBERG III und 4 % Patella Typ WIBERG IV. Die Häufigkeit der Variante WIBERG III von 44,6 % ist in dem genannten Patientenkollektiv im Vergleich zur Literatur (8,6) und unsere Ergebnisse (Tab.25) sicherlich hoch. Der Ätiopathogenese der so häufig festgestellten Arthrose von 86 % können wir aber durch die Dysplasie der Kniescheibe mit Einschränkung zustimmen. Immerhin waren 45 Personen in diesem Patientenkollektiv Bergleute. Wir sind der Meinung, daß hier auch der exogene Faktor, nämlich die kniestrapazierende Tätigkeit des Bergmanns eine entscheidende Rolle bei der Entstehung der femoropatellaren Arthrose gespielt hat. Unsere Ansicht wird durch die Äußerungen anderer Autoren (18,42) derselben Klinik bekräftigt. Die Abbildung 33 verdeutlicht zusammenfassend die oben diskutierten signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen und den Einfluß der endogenen Faktoren.
Während es beispielsweise praktisch unwahrscheinlich ist, unter zehn zufällig ausgewählten Kniegelenken, die der Gruppe B ohne endogene Faktoren zuzuordnen sind, vier Kniegelenke zu finden, die Arthrosen aufweisen, beträgt die Wahrscheinlichkeit unter zehn zufällig ausgewählten Kniegelenken der Bergleute, die der Gruppe A zuzuordnen sind, vier Gelenke mit Arthrose zu finden, 1/4 (0,25). Umgekehrt ist es unwahrscheinlich, unter zehn zufällig ausgewählten Kniegelenken der Bergleute, die der Gruppe A zugehörig sind, kein Kniegelenk mit Arthrose zu finden. Hingegen ist es bei zehn zufällig ausgewählten Kniegelenken, die der Gruppe B ohne endogene Faktoren zuzuordnen sind, am wahrscheinlichsten kein Kniegelenk mit Arthrose zu finden.
Wir sind der Meinung, daß die so häufig vorkommende Arthrose im femoropatellaren Gelenk des Bergmanns durch seine bergmännische Tätigkeit begründet ist. Die Belastung des femoropatellaren Gelenks überschreitet die Grenzen der physiologischen. Die Pathomechanik des femoropatellaren Gelenks beim Bergmann stellen wir uns so vor:
Der Bergmann verrichtet seine Tätigkeit unter Tage in zwei

Positionen (Abb.34 und 35); er verrichtet einmal viele Arbeiten längere Zeit und regelmäßig in kniender Stellung. Dabei kommt es zu einer starken Beugung und Außenrotation im Kniegelenk. Mit zunehmender Beugung steigt der Druck im femoropatellaren Gelenk (6). Wir nehmen an, daß durch die Einhaltung solcher Stellungen täglich über mehrere Stunden eine Störung des Muskelgleichgewichts zwischen Musculus vastus lateralis und Musculus vastus medialis zugunsten des Musculus vastus lateralis eintritt. Die Atrophie des Musculus vastus medialis führt zu einem relativen Überwiegen des Musculus vastus lateralis. An diesem Muskel beobachten wir eine auffallende Neigung, auf jeden krankhaften Prozeß im Kniegelenk mit einer raschen Atrophie zu reagieren. Unsere Beobachtung zeigt, daß in der Gruppe A 13 Personen eine doppelseitige und 14 Personen eine einseitige relative Atrophie des Musculus vastus medialis aufweisen.
BAUMGARTL (8) geht davon aus, daß bei der Hypoplasie der tibialen Oberschenkelrolle eine aseptische Knorpelnekrose an der tibialen Kniescheibenfacette beginnt. Als Folge davon atrophiert die Streckmuskulatur des Oberschenkels, am stärksten der Musculus vastus medialis. Es kommt durch das Überwiegen der lateralen Strukturen (Vastus lateralis und Tractus iliotibialis) zum Syndrom der lateralen Hyperpression. Bei 47 Kniegelenken der Bergleute stellten wir auf der tangentialen Röntgenaufnahme eine Verlagerung der Kniescheibe nach lateral fest. In der Gruppe A waren zwar zwei Kniegelenke mit einer Hypoplasie der Femurcondylen vorhanden, aber gerade sie zeigten keine Lateralisation der Kniescheibe. Man konnte annehmen, daß die Verlagerung der Kniescheibe nach lateral durch die Arthrose des femoropatellaren Gelenks bedingt sei. 21 von 40 Kniegelenken mit femoropatellarer Arthrose zeigten eine Lateralisation der Patella, während 26 von 60 Kniegelenken ohne Arthrose ebenfalls eine Verlagerung der Kniescheibe nach lateral aufwiesen. Wir nehmen an, daß durch die bergmännische Tätigkeit zunächst eine Atrophie des Musculus vastus medialis auftritt. Die Folge davon ist die Lateralisation der Kniescheibe.

Abb.34: Typische Arbeitshaltungen des Bergmannes

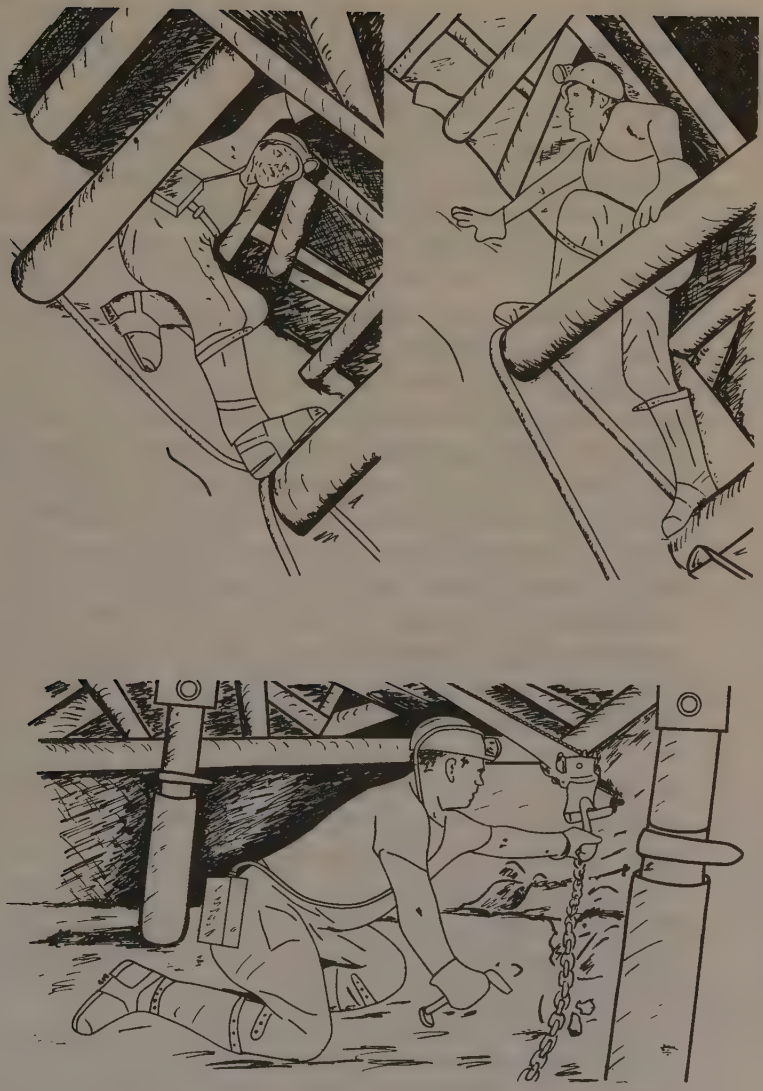


Abb. 35: Typische Arbeitshaltungen des Bergmannes

ROHLEDERER (86) führte vor der DGOT 1962 als Beispiel einen Fall von Hüftgelenkankylose in Innenrotationsfehlstellung an, bei dem es zur Lateralisation der Patella und der femoropatellaren Arthrose kam. KALLIO und ROHLEDERER (53) fanden eine häufig degenerative Patellaveränderung bei Unterschenkelamputierten. Sie stellten eine Atrophie des Musculus vastus medialis durch langdauernde Ruhigstellung und daraus resultierender Lateralisation der Kniescheibe fest.
SCHNEIDER (93) stellte eine Hypertrophie des Musculus vastus medialis bei Fußballspielern fest. Er sieht in umgekehrter Weise die Hypertrophie des Musculus vastus medialis und die dadurch bedingte Medialverkippung der Kniescheibe als einen Faktor in der Pathogenese der femoropatellaren Gelenkschädigung der Fußballspieler an. Die Lateralisation der Kniescheibe führt nach FICAT (28) zum Hypertensions- und Hyperpressions-Syndrom. Die Druckverteilung in der Frontalebene ist gestört (Abb.6). MARONDAS (64) konnte experimentell nachweisen, daß der Knorpel bis zu einer Dicke von 3 mm nur bei vorhandener Wechseldruckbelastung mit Glukose ausreichend versorgt ist. Ohne oder bei konstantem Druck wird die Knorpelfläche nur bis 1,7 mm durch Difusion ernährt. Der laterale Überdruck und der mediale Unterdruck führen zu trophischen Störungen des Gelenkknorpels. Daraus resultiert die Chondropathia patellae und ihre Tochterkrankheit, die femoropatellare Arthrose. Die zweite typische Haltung des Bergmanns sehen wir beim Befahren von Grubenbauen. Der Bergmann bewegt sich dabei in einem niedrigen und steilen Streb und geht in Hockstellung in den Streb abwärts. Dabei verlagert sich der Körperschwerpunkt nach hinten. Die Hebelarme an Ober- und Unterschenkel werden verlängert. Dadurch entstehen hohe femoropatellare Druckwerte (42). BANDI (6) hat die Druckverhältnisse im femoropatellaren Gelenk bei der Abfahrtechnik in der Hocke berechnet und auf die Gefahren für das femoropatellare Gelenk hingewiesen. Wiederholte Mikrotraumen, die täglich das Kniegelenk und somit das femoropatellare Gelenk treffen, begünstigen die Entstehung der femoropatellaren Arthrose des Bergmanns (77).

Die Störung der Biomechanik des Kniegelenks beim Bergmann betrifft nicht nur das femoropatellare Gelenk, sondern auch andere Abschnitte des Kniegelenks.
Daß die Meniskuserkrankung bei Bergleuten häufiger vorkommt, ist bekannt. Die wissenschaftlichen Zusammenhänge zwischen bergmännischer Tätigkeit unter Tage und degenerativer Veränderungen des Meniskus lieferten ANDREESEN, BÜRKLE DE LA CAMP, CEELEN, HUSTEN, LINDE, MAGNUS und M.B.SCHMIDT.
Bei stärkster Beugung und Außenrotation kommt es zu einer Verlagerung des Innenmeniskus nach hinten. Dabei entsteht eine vermehrte Spannung und Zugwirkung an der Kapselansatzstelle des vorderen Meniskusdrittels. Die Form des Innenmeniskus ändert sich, die C-Form des Meniskus wird dabei kurz und plump. Im hinteren Drittel des Meniskus treten gewebliche Überschiebungen und Fältelungen ein. Da sich bei stärkster Kniebeuge die hinteren Anteile der Oberschenkelrolle und des Schienbeinkopfes sehr weit nähern und dabei das hintere Drittel einklemmen, kommt es zur Zusammenpressung der hinteren Meniskusabschnitte. Die Zugwirkung, Überschiebung und Zusammenpressung führen zu Ernährungsstörungen und zur Herabsetzung der Spannungselastizität des Faserknorpels (1).
Seit dieser Entwicklung wurde immer mehr bei unklaren Kniegelenkbeschwerden beim Bergmann eine Meniskusschädigung vermutet. Die Zahl der meniskektomierten Bergleute nahm gewaltig zu. Diese Entwicklung betrachten wir kritisch. "Viele Menisci sind unnötigerweise entfernt worden und viele Restbeschwerden nach Meniskektomien sind durch sie begründet". Wir teilen die Meinung von DE MONTMOULIN (67), daß die femoropatellare Arthrose ebenso häufig sei wie die Meniskuserkrankung. Diese Aussage gilt besonders für die femoropatellare Arthrose des Bergmanns. Bei 25 meniskektomierten Bergleuten stellten wir in 30 % der Fälle vor der ersten Meniskektomie eine Arthrose des femoropatellaren Gelenks fest. Es ist zu diskutieren, ob nicht mindestens bei einem Teil dieser Bergleute die Chondromalacia patellae bzw.

die femoropatellare Arthrose die Ursache der Kniegelenkbeschwerden war.
MORSCHER (68) berichtet von seinen ersten 600 Arthroskopien. Dabei stellte er bei 229 Fällen eine Chondromalacia patellae fest, wovon nur 47 % schon vorher klinisch richtig diagnostiziert worden waren. Bei 136 praearthroskopisch vermuteten Meniskusläsionen bestätigten sich nur 46 bei der Arthroskopie auch als solche.
Von 25 Meniskektomierten standen uns die Röntgenaufnahmen vor der ersten Meniskektomie zur Verfügung. Nur in vier Fällen waren Tangentialaufnahmen der Kniescheibe vorhanden. In 70 % der Operationsberichte der ersten Meniskektomie war der Zustand des femoropatellaren Gelenks nicht erwähnt. Auf die Frage, ob sich das Beschwerdebild nach der Meniskektomie gebessert habe, antworteten 24 Personen der Gruppe C mit nein. Diese Tatsachen sehen wir als ein Zeichen dafür, daß das femoropatellare Gelenk bei unklaren Kniegelenkbeschwerden bei Bergleuten wenig Beachtung findet.
Die histologische Begutachtung "degenerativer Veränderungen des Meniskusgewebes" berechtigt nicht die Bestätigung der Indikation zur Meniskektomie.
Die histologische Begutachtung des Meniskus nach der ersten Meniskektomie zeigte in 51 Fällen eine mittelgradige, in 20 Fällen eine geringgradige und in 3 Fällen eine schwere Degeneration.
KÖNN und RÜTHER (56) sind der Auffassung, daß an den Menisken sich physiologisch altersabhängig primäre degenerative Veränderungen entwickeln können, die erheblichen individuellen Schwankungen unterworfen sind. Sie stellten zwischen dem 20. und 39. Lebensjahr keine oder geringe bis höchstens ganz leichte degenerative Veränderungen, zwischen dem 40. und 50. Lebensjahr bis leichtgradig degenerative Veränderungen, zwischen dem 51. und 60. Lebensjahr bis gut leichtgradige degenerative Veränderungen und zwischen dem 61. und 80. Lebensjahr gelegentlich bis knapp mittelgradige degenerative Veränderungen fest.

Die Diskussion über die Entstehung der Arthrose in einem meniskektomierten Kniegelenk ist noch nicht beendet. Zahlreiche Autoren haben größere Kontrollserien über die Resultate nach einer Meniskektomie durchgeführt (Tab.33). Diese Resultate sind kaum miteinander vergleichbar, da sie wegen den unterschiedlichen Bewertungskriterien weit differieren. ROTHASCHER (87) veröffentlichte 1960 aus dem Krankengut der Krankenanstalten Bergmannsheil Bochum die Spätergebnisse der Meniskektomie bei 353 vorwiegend im Bergbau tätigen Personen nach einer Beobachtungszeit von 8 - 14 Jahren und bezeichnet das Ergebnis in 93,2 % als gut und sehr gut. Er stellt lediglich in 6,8 % der Fälle eine Arthrose im Kniegelenk fest. HEIMEL und HATTING (45) veröffentlichten 1982 aus dem Krankengut des Knappschafts-Krankenhauses in Dortmund-Brackel die Spätergebnisse der Meniskektomie von 3021 Bergleuten in einer Beobachtungszeit von 10 Jahren und bezeichneten das Ergebnis in 79,6 % der Fälle als gut und sehr gut. Sie fanden in 44,4 % der Fälle Arthrosen im Kniegelenk. In beiden Kollektiven ist das femoropatellare Gelenk nicht berücksichtigt. Während ROTHASCHER in seinem großen Kollektiv nur von 6,8 % Arthrosen im meniskektomierten Kniegelenk beim Bergmann berichtet, mußten wir feststellen, daß die Arthrose des femorotibialen und des femoropatellaren Gelenks in einem meniskektomierten Kniegelenk beim Bergmann viel häufiger auftreten.

In der Gruppe C stellten wir bei 74 meniskektomierten Kniegelenken in 78,3 % der Fälle eine Arthrose des femoropatellaren und in 77 % eine Arthrose des femorotibialen Gelenks fest. Von 50 meniskektomierten Bergleuten wiesen lediglich 4 Personen keine Arthrose auf. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen andere Autoren (Tab.33). In diesen Kollektiven ist das femoropatellare Gelenk nicht besonders berücksichtigt.
WEIGAND et al (109) stellten bei 24 von 26 meniskektomierten Patienten eine Arthrose des femoropatellaren Gelenks fest.

Autor	Jahr	Anzahl Fälle	Beobachtungszeit-Jahre	gut und sehr gut	mäßig %	schlecht %	Arthrosen
STRELI (103)	1955	82	18-25	98,8	1,2	-	30,5
ROTHASCHER (87)	1960	353	8-14	93,2	5,1	1,7	6,8
HERSCHMANN (46)	1965	165	2-14	89,7	9,1	1,2	30,3
GEAR (37)	1967	40	über10	80,0	15,0	5,0	62,0
TAPPER und HOOVER (105)	1969	213	10-30	68,0	19,0	13,0	85,0
DIETSCHI (24)	1971	81	6-13	55,5	32,1	12,4	58,0
HÖHNDORF (49)	1971	224	6-12	83,0	-	-	17,0
BAUMGARTL (10)	1972	100	7-8	-	-	-	63,0
JOHNSON und Mitarb. (52)	1974	99	5-37	42,5	36,5	21,0	74,0
PALLESEN (75)	1976	75	10-18	-	-	-	86,5
RICKLIN (84)	1976	32	15-19	85	12,0	3,0	53,0
SCHREIBER und DEXEL (96)	1979	72	20	49,0	16,0	35,0	82,0
HEIMEL und HATTING (45)	1982	3021	10	79,6	20,4	0,7	44,4

Tab.33: Klinische und röntgenologische Spätergebnisse nach Meniskektomie

THIJN (106) stellte nach Meniskektomie in 73 % eine Arthrose des femoropatellaren Gelenks fest.

Wie aus der Tab.32 hervorgeht, ist die relative Häufigkeit der Arthrose im femoropatellaren Gelenk bei der Gruppe C mit 0,78 $\pm$ 0,05 praktisch doppelt so hoch wie in der Gruppe A. Der Einfluß der Meniskektomie auf die Arthrosehäufigkeit im Kniegelenk des Bergmanns ist evident. Über diese quantitative Feststellung hinaus läßt sich zudem feststellen, daß Arthrosen schwereren Grades in der Gruppe C wesentlich häufiger auftreten als in der Gruppe A und B. (Abb.36)
Die Häufigkeitsverteilung der Schweregrade in der Gruppe C ist verglichen mit den Häufigkeitsverteilungen der Schweregrade in den Gruppen A und B signifikant zu höheren Schweregraden verschoben. Dieses gilt auch für die Arthrose des femorotibialen Gelenks.
Die Entstehung der Arthrose in einem meniskektomierten Kniegelenk beim Bergmann ist in erster Linie durch die Pathomechanik des Gelenks bedingt. Die Pathomechanik des femoropatellaren und des femorotibialen meniskektomierten Kniegelenks beim Bergmann stellen wir wie folgt zur Diskussion.

In einem meniskektomierten Kniegelenk ist der durchschnittliche Druck auf den Knorpel größer. MAQUET (63) stellte fest, daß die Kontaktfläche zwischen Femur und Tibia bei voller Extension etwa 20 cm^2 und bei 90 Grad Flexion etwa 11 cm^2 beträgt. Nach Entfernung der Menisci wurde eine Kontaktfläche von durchschnittlich 12 cm^2 bei Extension und 6 cm^2 bei 90 Grad Flexion gemessen. Dieses bedeutet, daß die Menisci die einwirkende Kraft auf eine größere Kontaktfläche verteilen. In den 69 von 74 meniskektomierten Kniegelenken der Gruppe C wurde der Innenmeniskus entfernt. GLINZ (38) stellte bei der Arthroskopie von 23 Patienten nach einer Meniskektomie, die meistens 1 Jahr zurücklag, bei 21 von ihnen ausgeprägte Knorpelveränderungen fest. Die Knorpelveränderungen auf der medialen Gelenkfläche führen wahrscheinlich reflektorisch zu

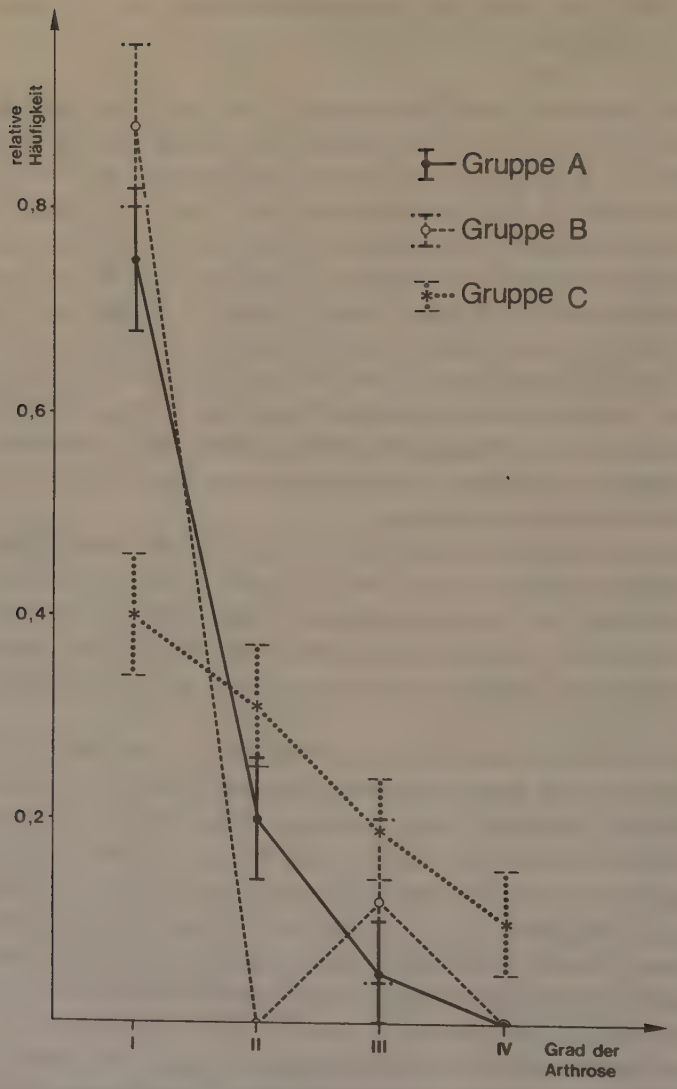


Abb. 36: Gruppe A; B; C

Häufigkeit und Grad
der femoropatellaren Arthrose

einer Atrophie des Musculus vastus medialis. In der Gruppe C stellten wir in 80 % eine Atrophie des Musculus vastus medialis am meniskektomierten Bein fest. BITTSCHEIDT (11) untersuchte 18 Bergleute zwischen 1 Jahr und 21 Jahre nach der Meniskektomie und stellte fest, daß bei allen Untersuchten das Kräfteverhältnis am operierten Bein zugunsten der Flexoren verschoben war. Er mißt dem gestörten Muskelgleichgewicht zwischen Extensoren und Flexoren bei der Entstehung der Gonarthrose eine Bedeutung bei. Die relative Atrophie des Musculus vastus medialis führt zu einer Lateralisation der Kniescheibe. 53 von 74 meniskektomierten Kniegelenken zeigten eine Verlagerung der Kniescheibe nach lateral. Die Lateralisation der Kniescheibe führt nach FICAT (28) zum Hypertensions- und Hyperpressionssyndrom. Die Druckverteilung in der Frontalebene ist gestört (Abb.6). Der mediale Meniskus dient im posterior-medialen Kapselbereich als Spanner des posterior-medialen Kapselbandapparates. Die totale Entfernung des medialen Meniskus führt zu einer Außenrotationsinstabilität. Zahlreiche Autoren weisen darauf hin, daß die Entfernung der Außenzone des Meniskus und die damit verbundene Außenrotationsinstabilität das Auftreten arthrotischer Spätschäden begünstigen kann (24,84,98,105). Gerade der Bergmann ist bei seiner Tätigkeit auf eine kontrollierte Außenrotation im Kniegelenk angewiesen. Bei all unseren Meniskektomierten war die Außenzone des Meniskus entfernt. 39 von 69 medial meniskektomierten Kniegelenken zeigten eine Lockerung des medialen Seitenbandes und oder ein positives vorderes Schubladenphänomen. Eine femoropatellare und femorotibiale Arthrose wiesen 34 bzw. 36 Kniegelenke auf (Tab.28).
BAUMGARTL und SELING (10) untersuchten 100 Patienten, bei denen 7 bis 8 Jahre vorher Totalexstirpationen von Menisken durchgeführt wurden. Sie stellten in Kniegelenken mit minderbelastbaren Femoropatellargelenken häufiger arthrotische Veränderungen sowohl in den operierten als auch in den unberührten Kniegelenken fest.

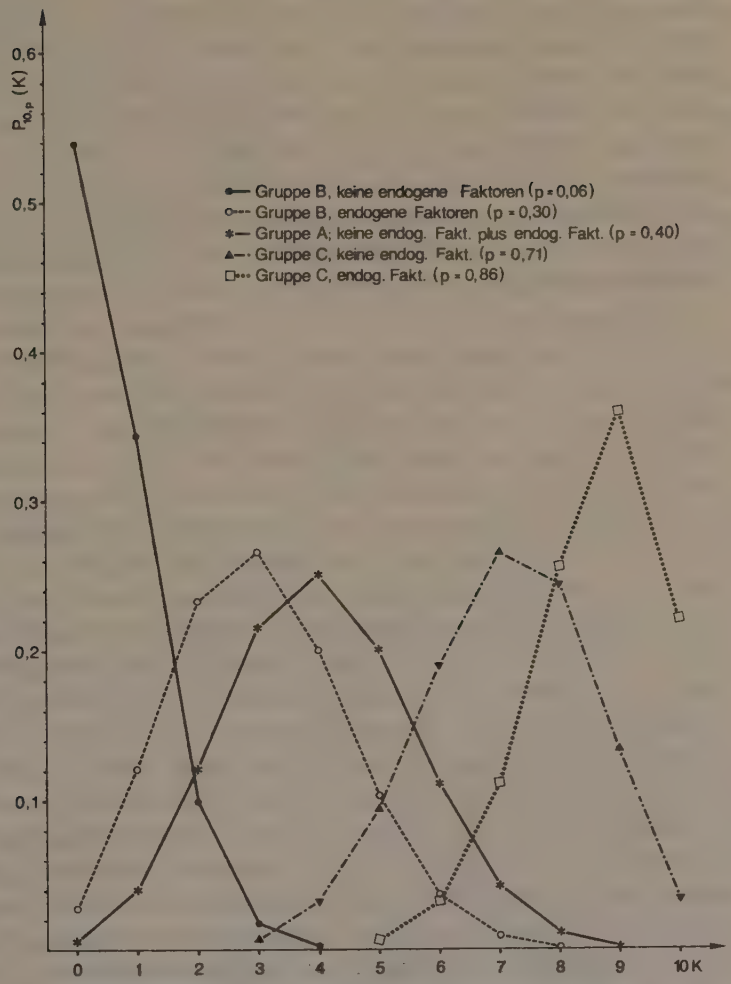
Wir untersuchten in der Gruppe C den Einfluß der endogenen pathogenetischen Faktoren auf die Häufigkeit der femoropatellaren Arthrose. Während die relative Häufigkeit der femoropatellaren Arthrose bei Nichtvorhandensein endogener Faktoren 0,71 $\pm$ 0,07 beträgt, beträgt sie bei Vorhandensein endogener Faktoren 0,86 $\pm$ 0,06 (Tab.32). Daß diese beiden relativen Häufigkeiten signifikant verschieden sind, ergibt sich schon daraus, daß ihre Vertrauensintervalle sich nicht überlappen. Dementsprechend nimmt im Vergleich zur Gruppe A die relative Häufigkeit der Arthrose, wenn keine endogenen Faktoren vorhanden sind, um den Faktor 1,8 $\pm$ 0,3, wenn endogene Faktoren vorhanden sind, hingegen um den Faktor 2,1 $\pm$ 0,4 zu. Ein meniskektomiertes Kniegelenk des Bergmanns, das endogene Faktoren aufweist, ist signifikant arthrosegefährdeter als ein meniskektomiertes Kniegelenk, das keine endogenen Faktoren aufweist. Allerdings sollte man bedenken, daß auch letzteres in einem ganz erheblichen Maß arthrosegefährdet ist (Abb.33).

Das Spätergebnis der Meniskektomie ist in erheblichem Maß abhängig vom Zustand des Gelenks zum Zeitpunkt der Operation (84).

Wie bereits erwähnt, stellten wir bei 30 % der Meniskektomierten vor der ersten Meniskektomie eine Arthrose des femoropatellaren Gelenks fest. Die Häufigkeit der femoropatellaren Arthrose bei der Gruppe A lag bei 40 %.

PFEIL (76) stellte bei 64 Bergarbeitern in 37 % der Fälle eine Chondromalacia patellae bzw. femoropatellare Arthrose fest. Danach müssen wir annehmen, daß die Meniskektomie bei einem Bergmann häufig in einem vorgeschädigten Kniegelenk vorgenommen wird. Diese Tatsache erklärt auch u.a. die ungünstigen Spätergebnisse nach der Meniskektomie beim Bergmann. In diesem Zusammenhang möchten wir die Frage aufwerfen, ob die Meniskuserkrankung des Bergmanns nicht eine sekundäre Meniskopathie ist.

Die Tatsache, daß die Spätergebnisse nach Meniskektomie bei Frauen wesentlich ungünstiger sind als bei Männern spricht für eine konstitutionelle Beeinflussung (24,30,52,84).



Wahrscheinlichkeiten $P_{N,p}$ (K), daß von N = 10 zufällig ausgewählten Kniegelenken, die einer bestimmten Gruppe zuzuordnen sind, K arthrotisch sind.

$$P_{N,p}(K) = \binom{N}{K} p^K (1-p)^{N-K}$$

Abb. 33

Die Prognose der Mehrfachmeniskektomierten ist schlecht. PALLESEN (75) untersuchte 18 mehrfach meniskektomierte Bergleute und stellte bei allen eine Arthrose des Kniegelenks fest. 7 Personen der Gruppe C, die in einem Kniegelenk mehrfach meniskektomiert waren, zeigten sämtlich eine Arthrose des femoropatellaren und des femorotibialen Gelenks. Auch das nichtmeniskektomierte Kniegelenk wird von der Arthrose betroffen. Wir stellten bei 26 Personen, die in einem Kniegelenk einmal oder mehrmals meniskektomiert waren, in 9 Fällen eine Arthrose des femoropatellaren Gelenks im nichtmeniskektomierten Kniegelenk fest (Tab.26).

7. ZUSAMMENFASSUNG

Die femoropatellare Arthrose ist die häufigste primäre Lokalisation der Gonarthrose des Kniegelenks beim Bergmann. Die kniestrapazierende Tätigkeit des Bergmanns führt zu einer Störung des Muskelgleichgewichts zwischen dem Musculus vastus lateralis und dem vastus medialis. Daraus resultiert die Lateralisation der Kniescheibe. Die Lateralisation der Kniescheibe führt zum Hypertensions- und Hyperpressionssyndrom im femoropatellaren Gelenk. Die Druckverteilung in der Frontalebene ist gestört. Bei Befahren von Grubenbauen bewegt sich der Bergmann in einem niedrigen und steilen Streb, geht in Hockstellung abwärts und verlagert den Körperschwerpunkt nach hinten, es entstehen hohe femoropatellare Druckwerte. Der hohe femoropatellare Druck und die Störung der Druckverteilung in der Frontalebene führen bei der entsprechenden Disposition zur femoropatellaren Arthrose des Kniegelenks beim Bergmann. Wiederholte Mikrotraumen, die täglich das Kniegelenk und somit auch das femoropatellare Gelenk treffen, begünstigen die Entstehung der Arthrose.
Man kann fast immer endogene oder exogene Faktoren in der Pathogenese der sogenannten idiopathischen Arthrose des femoropatellaren Gelenks finden.
Die bereits in den Dreißiger Jahren von BÜRKLE DE LA CAMP geforderte Röntgen-Einstellungsuntersuchung für die Bergleute sollte Pflicht werden. Die Personen mit endogenen pathogenen Faktoren wie Patelladysplasie (Typ III, IV und "Jägerhut"), Patella alta, Patella baja, Patella bipartita, Hypoplasie der Condylen und Abflachung der Tuberositas tibiae dürfen kniestrapazierende Tätigkeiten nicht ausüben.
Die femoropatellare Arthrose des Bergmanns sollte in die Liste der Berufskrankheiten eingeführt und bei den gegebenen arbeitstechnischen Voraussetzungen und genauer Analyse der endogenen Faktoren in bestimmten Fällen als Berufskrankheit anerkannt und entschädigt werden.
Die Arthrose des femoropatellaren Gelenks beim Bergmann ist häufiger als die Meniskuserkrankung.

Es ist zu diskutieren, ob die Meniskusschädigung des Bergmanns nicht eine sekundäre Meniskopathie ist.
Bei unklaren Kniegelenkbeschwerden der Bergleute muß das femoropatellare Gelenk genauestens untersucht werden. Die Tangentialaufnahmen der Kniescheibe bei 30, 60 und 90 Grad gehören zur obligatorischen Röntgenuntersuchung des Kniegelenks. Diese Untersuchung muß ggf. durch eine Doppelkontrastarthrographie und oder Arthroskopie ergänzt werden. Die Diagnose "Meniskusschädigung" wird insbesondere bei Bergleuten zu schnell und zu oft gestellt. Manche Menisci werden unnötigerweise entfernt. Die histologische Begutachtung "degenerative Veränderungen des Meniskusgewebes" bestätigt nicht die Berechtigung der gestellten Indikation zur Meniskektomie. Durch den klinischen Befund, ja sogar mit Hilfe der Doppelkontrastarthrographie kann man nicht immer die Meniskusschädigung feststellen. Die Arthroskopie ist in geübter Hand die Methode der Wahl. Die Meniskektomie ist insbesondere in dem bereits oft vorgeschädigten Kniegelenk des Bergmanns kein harmloser Eingriff. Entgegen früherer Veröffentlichungen führt die Meniskektomie zwangsläufig zu frühzeitig auftretenden arthrotischen Veränderungen des femoropatellaren und oder des femorotibialen Gelenks. Druckerhöhung auf den artikulierenden Knorpel, postoperative Störung des Muskelgleichgewichts, Kapselbandinsuffizienz, intraoperative Knorpelläsion, die in vielen Fällen bereits vor der Meniskektomie bestehende Chondromalacia patellae, Konstitution und Disposition sind nach Meniskektomie arthroseauslösende Faktoren. Der Bergmann darf nach einer Meniskektomie keine kniestrapazierende Tätigkeit ausüben. Man tut dem Bergmann unrecht, wenn man, wie in manchen Gutachten zu lesen ist, seine Arthrose des femoropatellaren und oder des femorotibialen Gelenks als schicksalmäßig bezeichnet. Die so häufig gestellte Diagnose "Meniskuserkrankung" des Bergmanns und die daraus resultierenden medizinischen und versicherungsrechtlichen Konsequenzen sind ebenfalls zum Teil unberechtigt.

Die Begutachtung des Kniegelenks beim Bergmann mit oder ohne Meniskektomie bedarf einer eingehenden Untersuchung und genauen Analyse der endogenen und der exogenen pathogenetischen Faktoren unter besonderer Berücksichtigung des femoropatellaren Gelenks.

Literaturverzeichnis

1. ANDREESEN,R.: Meniskusschäden bei Bergleuten. Handbuch d.ges.Arbeitsmedizin II 2.Teilbd.: 485-499 Urban u.Schwarzenberg, Berlin-München-Wien (1961)

2. BANDI,W.: Chondromalacia patellae u.femoropatellare Arthrose. Helv.chir.Acta 39:Suppl.11 (1972)

3. BANDI,W.: Zur Frage der traumatischen Auslösung der Chondromalacia patellae. Orthopäde 3: 201-207 (1974)

4. BANDI,W.: Vorverlagerung der Tuberositas tibiae bei Chondromalacia patellae und femoropatellarer Arthrose. Unfallheilkunde 127: 175-186 (1976)

5. BANDI,W.: Zur Pathogenese der Osteochondritis dissecans. Unfallheilkunde 81: 295-298 (1978)

6. BANDI,W.: Die retropatellaren Kniegelenkschäden, Pathomechanik u.pathologische Anatomie, Klinik u.Therapie. Aktuelle Probl.in Chir.u.Orthop. H.4 Huber, Bern (1980)

7. BAUMANN,D.u.LEICHS,L.: Retinaculumspaltung (Indikation,Technik, Ergebnisse). Unfallheilkunde 127: 168-174 (1976)

8. BAUMGARTL,F.: Das Kniegelenk. Springer, Berlin/Göttingen/Heidelberg (1964)

9. BAUMGARTL,F.: Anatomische u.klinische Bedeutung des Femoropatellargelenks. Zbl.Chir.14: 505-515 (1966)

10. BAUMGARTL,F.u.SELING,K.: Die Arthrosehäufigkeit nach Totalexstirpation von Meniscen bei Berücksichtigung der Femoropatellargelenke. Mschr.Unfallheilkunde 75: 357-370 (1972)

11. BITTSCHEIDT,W. et al: Die Veränderungen der Muskeldynamik am Oberschenkel als Spätfolge nach Meniskektomie. Zeitschrift Therapiewoche 32: 266-274 (1982)

12. BLUMENSAAT,C.: Die Lageabweichungen und Verrenkungen der Kniescheibe. Ergbn.Chir.31: 183 (1938)

13. BLUMENSAAT,C.: zit.n.Baumgartl,F.: Das Kniegelenk. Springer, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 265 (1964)

14. BÖHLER,L.: Behandlung,Nachbehandlung u.Begutachtung von Meniskusverletzungen. Erfahrungen an 1000 Fällen. Langenbecks Arch.klin.Chir.282: 264 (1955)

15. BRANDT,S.: "Statistical and Computational Methods in Data Analysis". North Holland Publ.Comp.Amsterdam (1970)

16. BRATTSTRÖM,H.: zit.n.Baumann,D.u.Leichs,L.: Retinaculumspaltung (Indikation,Technik,Ergebnisse) Unfallheilkunde 127: 168-174 (1976)

17. BRONSTEIN,I.N.u.SEMENDJAJEW,K.A.: Taschenbuch der Mathematik. Verlag Hari Deutsch.Thun u. Frankfurt/Main (1981)

18. BRUNNER,B.: Ergebnisse nach Vorverlagerungsoperationen der Tuberositas tibiae (nach Bandi). Unfallheilkunde 127: 204-207 (1976)

19. BÜDINGER,K.: Über traumatische Knorpelrisse im Kniegelenk. Dtsch.Z.Chir.92: 510-536 (1908)

20. BÜRKLE DE LA CAMP,H.u.ANDREESEN,R.: Meniskusbeschädigungen des Kniegelenks. Das ärztliche Gutachten im Versicherungswesen I, 97-110, Barth/Leipzig (1939)

21. BURCKHARDT,H.: Über Entstehung der freien Gelenkkörper u.über Mechanik des Kniegelenks. Bruns Beitr.klin.Chir.130: 205 (1924)

22. CONTZEN,H.: Begutachtung des Meniskusschadens. Unfallheilkunde 128: 66-72 (1976)

23. COTTA,H.: Die Pathogenese der Gonarthrose. Z.Orthop.: 111, 490 (1973)

24. DIETSCH,C.: Spätresultate nach Meniskektomie. Inaug.Diss.Zürich (1971)

25. DRAENERT,K.D.u.SCHENK,R.K.:
Morphologie u.Mechanik der Meniscen.
Unfallheilkunde 128: 1-6 (1976)

26. EADIE,W.T.,DRYARD,D.,JAMES,F.E.,ROOS,H.and SADOULET,B.:
"Statistical Methods in Experimental Physics".
North Holland Publ.Comp.Amsterdam (1971)

27. FAIRBANK,T.J.: Knee Joint Changes after Meniscectomy.
J.Bone Jt.Surg.30B, 664 (1948)

28. FICAT,P.: Pathologie fémoro-patellaire.
Masson & Cie., Paris 1970

29. FICAT,P.: Les déséquilibres rotuliens.
Masson & Cie., Paris 1973

30. FRANKE,J.: Arthrosis deformans und Meniskusoperationen.
Beitr.Orthop.Traum.13: 89 (1966)

31. FRANKE,K.: Sportverletzungen und -schäden am Kniegelenk.
Medizin u.Sport XIII 8: 229-240 (1973)

32. FRANKE,K.u.PAUL,B.:
Die Überlastungsfolgen am Kniegelenk u. ihre Bedeutung für die Sportmedizin.
Medizin u.Sport XIV, 10: 305-310 (1974)

33. FRÜND,H.: Traumatische Chondropathia der Patella, ein selbständiges Krankheitsbild.
Zentralbl.Chir.53: 707 (1926)

34. FÜRMAIER,A.u.BREIT,A.:
Über die Röntgenologie des Femoropatellargelenks mit besonderer Berücksichtigung der Diagnose der Chondropathia patellae.
Arch.orthop.Unfallchir.45: 126-138 (1952)

35. FÜRMAIER,A.: Beitrag zur Ätiologie zur Chondropathia patellae.
Arch.orthop.u.Unfallchir.46: 178 (1953)

36. FÜRMAIER,A.: Beitrag zur Mechanik d. Patella des Kniegelenks.
Arch.orthop.Unfallchir.46: 78 (1953)

37. GEAR,M.W.L.: The late Results of Meniscectomy.
Brit.J.Surg.54: 270 (1967)

38. GLINZ,W.: Arthroskopie beim Knorpelschaden des Kniegelenks.
Unfallheilkunde 127: 45-57 (1976)

39. GLÖCKLER,W.T.et al:
Nichtinvasive radiologische Diagnostik der Chondropathia patellae.
Unfallheilkunde 84: 1-6 (1981)

40. GOYMANN,V.,HAASTERS,J.u.HELLER,W.:
Neuere Untersuchungen zur Biomechanik der Patella.
Z.Orthop.112: 623-625, Enke Verlag, Stuttgart (1974)

41. GOYMANN,V.: Der retropatellare, posttraumatische Knorpelschaden u.seine Behandlung.
Unfallheilkunde 129: 253-254 (1976)

42. GREINEMANN,H.: Knorpelschäden bei Berufskrankheiten (retropatellare Chondromalazie u.Retropatellararthrose bei kniebelastenden Berufen, Berufskrankheit per definitionem?).
Unfallheilkunde 129: 319-324 (1976)

43. GRUETER,H.: Untersuchungen zum Patellahinterwandschaden.
Z.Orthop.91: 486 (1959)

44. HACKENBROCH jun.M.H.u.WIRTH,C.J.:
Gonarthrose nach persistierender Kniegelenkinstabilität.
Z.Orthop.117: 753-761 (1979)

45. HEIMEL,R.u.HATTING,W.:
Die Ergebnisse der totalen Meniskektomie bei Bergleuten mit anerkannter Berufserkrankung.
Unfallheilkunde 85: 25-29 (1982)

46. HERSCHMANN,H.: Ergebnisse nach Meniskusentfernung.
Zbl.Chir.90: 393-401 (1965)

47. HERTEL,P.u.SCHWEIBERER,L.:
Diagnostik der Meniskusläsionen.
Unfallheilkunde 128: 14-20 (1976)

48. HIERHOLZER,G.: Therapie der Meniskusverletzung.
Unfallheilkunde 128: 21-31 (1976)

49. HÖHNDORF,H.: Meniskusoperation u.Arthrosis deformans.
Zbl.Chir.96: 32-41 (1971)

50. INSALL,J.u.SALVATI,E.:
zit.n.Bandi,W.: Die retropatellaren Kniegelenkschäden.
Aktuelle Probl.in Chir.u.Orthop.Bd.4: 28 (1980)

51. JANSSEN,G.: Die Chondropathia patellae als Praearthrose.
Z.Orthop.112: 1036-1044 (1974)

52. JOHNSON,R.I.et al:
Factors affecting late Results after Meniscectomy.
J.Bone Jt.Surg.56A: 719 (1974)

53. KALLIO,K.E.u.ROHLEDERER:
zit.n.Schneider,P.G.: Die Früharthrose im Femoropatellargelenk des Leistungssportlers.
Arch.orthop.Unfallchir.Bd.54:
401-416 (1962)

54. KINZL,L.u.WOLTER,D.:
Klinik u.Therapie der Chondromalacia patellae u.femoropatellaren Arthrose.
Wehrmed.Mts.18, 6: 161-164 (1974)

55. KÖLBEL,R.: Präarthrotische Deformität am Femoropatellargelenk.
Z.Orthop.112: 625-628, Enke Verlag, Stuttgart (1974)

56. KÖNN,G.u.RÜTHER,M.:
Zur pathologischen Anatomie und Beurteilung der Meniskusschäden.
Unfallheilkunde 128: 7-13 (1976)

57. KRAHL,H.: Sportverletzungen u.Sportschäden bei Hochspringern u.ihre Beziehung zu Training u. Technik.
Med.u.Sport: XV, 9: 277-280 (1975)

58. KRAUSE,W.: Zu den präarthrotischen Veränderungen im Femoropatellargelenk.
Z.Orthop.112: 628-629 (1974)

59. LAARMANN,A.: Gewebsregression als Berufskrankheit.
Arch.Orthop.Unfallchir.84:
261-268 (1976)

60. LÄWEN,A.: Knorpelresektion bei fissuraler Knorpeldegeneration.
Bruns Beitr.klin.Chir.134: 265 (1925)

61. LANGLOTZ,M.u.DEXEL,M.:
Wie zuverlässig ist die intraoperative Untersuchung des medialen Meniskushinterhorns? Diskrepanz zwischen Arthrographie u.Arthrotomie.
Z.Orthop.118: 868-873 (1980)

62. MAQUET,P.: Biomechanische Aspekte der Femur-Patella-Beziehungen.
Z.Orthop.112: 620-627 (1974)

63. MAQUET,P.G.,VAN DE BERG, A.J.u.SIMONET,J.C.:
Femorotibial weight-bearing areas.
J.Bone Joint Surg.Am.57: 766 (1975)

64. MARONDAS,A.et al:
The permea bility of articular cartilage.
J.Bone Jt.Surg.50B: 166 (1968)

65. MATTHIASZ,H.H.:
Klinische Beurteilung u.orthopädische Therapie d.Arthrosen.Colloquia rheumatologica, Werk Verlag München, 32-49 (1980)

66. MAY,E.,KUHN,D.u.DIETHELM,L.:
Knorpelläsionen an den Femurcondylen im Experiment bei Traumatisierung der Patella.
Arch.orthop.Unfallchir.54: 301 (1962)

67. DE MONTMOLLIN,B.:
Chondromalacie de la Rotulle.
Rev.Orthop.37: 41 (1951)

68. MORSCHER,E.: Traumatische Knorpelläsionen am Kniegelenk.
Chir.50: 599-604 (1979)

69. MÜLLER,W.: Die verschiedenen Typen von Meniskusläsionen und ihre Entstehungsmechanismen.
Unfallheilkunde 126: 39-50 (1976)

70. MUSSGNUG,G.: Die Zusammenhangsbegutachtung nach Kniegelenkstraumen und Vorschädigungen des Femoropatellargelenks.
Unfallheilkunde 129: 317-319 (1976)

71. NEBEL,G.u.LINGG,G.:
Sind die Formvarianten der Patella nach Wiberg Präarthrosen?
Radiologe 21: 101-103, Springer-Verlag (1981)

72. NÜVEMANN,M.u.CONTZEN,H.:
Die Hypoplasie der Tuberositas tibiae.
Unfallheilkunde 84: 334-337 (1981)

73. OELLIG,W.P.u.RÜTHER,M.:
Zur Morphologie u.Beurteilung der Rißbeschädigungen am Kniegelenksmeniskus.
Unfallheilkunde 84: 295-301 (1981)

74. OUTERBRIDGE,R.E.:
The etiology of chondromalacia patellae.
J.Bone Joint Surg.43B, 752 (1961)

75. PALLESEN,J.: Ergebnisse nach Meniskusläsionen.
Unfallheilkunde 128: 32-38 (1976)

76. PFEIL,E.: Chondropathie patellae bei Bergarbeitern,
Zentralblatt f.Chir.46: 1700-1704 (1966)

77. PFEIL,E.: Das Femoropatellargelenk.
Johann Ambrosius Barth/Leipzig (1981)

78. RAU,W.S.u.KAUFFMANN,G.:
Röntgendiagnostik des Knorpelschadens am Kniegelenk.
Radiologe 18: 451-458 (1978)

79. RAU,W.S.,HEHNE,H.J.u.SCHLAGETER,M.:
Die Chondromalacia patellae - Arthrographische Beobachtungen zur Genese u.Diagnose.
Fortschr.Röntgenstr.130, 6:
644-652 (1979)

80. REFIOR,H.J.u.HACKENBROCH,jun.M.H.:
Die Reaktion des hyalinen Gelenkknorpels unter Druck,Immobilisation und Distraktion.
Unfallheilkunde 127: 23-36 (1976)

81. REHN,J.et al: Die Arthrose des Kniegelenks u.ihre Beziehungen zur Formvariante der Patella nach Wiberg.
Mschr.Unfallheilkunde 73: 453-463 (1970)

82. REICHELT,A.et al:
Die Doppelkontrastarthrographie bei der Chondropathia patellae - Klinische u. experimentelle Studie zur Pathogenese u.Diagnostik.
Z.Orthop.117: 746-752 (1979)

83. RICKLIN,P.et al:
Die Meniskusläsion.
Stuttgart, Thieme (1964)

84. RICKLIN,P.: Spätergebnisse nach Meniskektomie.
Unfallheilkunde 128: 51-58 (1976)

85. RÖSSLER,H.: zit.n.Bandi,W.: Die retropatellaren Kniegelenkschäden. Aktuelle Probleme in Chirurgie u.Orthopädie. Huber, Bern/Stuttgart/Wien, 15 (1980)

86. ROHLEDERER: zit.n.Kölbel,R.: Präarthrotische Deformität am Femoropatellargelenk. Z.Orthop.112: 625-628, Enke Verlag Stuttgart (1974)

87. ROTHASCHER,H.: Ergebnisse nach vollständiger Meniskusentfernung. Langenbecks Arch.Chir.294: 118-134 (1960)

88. RÜTER,A.: Retropatellare Arthrose (Diagnose und Therapieübersicht). Unfallheilkunde 127: 137-155 (1976)

89. RÜTT,A.: Die Patellaluxation in ihren verschiedenen Formen u.deren Pathomechanik. Z.Orthop.110: 235-241 (1972)

90. SCHEIBE,J.: Spätergebnisse nach Meniskusoperation. Mschr.Unfallheilkunde 66: 330-335 (1963)

91. SCHILLING,H.: Gibt es eine Kausalität zwischen dem "Bergmannmeniskus" (BK 42) und der Chondropathie der Kniescheibe? Unfallheilkunde 129: 324-327 (1976)

92. SCHILLING,H.u.STARKE,W.: Meniskuschirurgie, Indikation u. gutachterliche Fragen. Münch.med.Wschr.122 Nr.19 (1980)

93. SCHNEIDER,P.G.: Die Früharthrose im Femoropatellargelenk des Leistungssportlers. Arch.orthop.Unfallchir.54: 401-416 (1962)

94. SCHOLZ,J.u.WEYRAUCH,U.: Korrelation zwischen Arthrographie und Operationsbefund bei Meniskusläsionen. Z.Orthop.119: 177-181 (1981)

95. SCHRAMM,W.: Zur Problematik d.Begutachtung von Meniskusschäden bei Bergleuten. Unfallheilkunde 121: 266-267 (1974)

96. SCHREIBER,A.,DEXEL,M.u.DIETSCHI,C.:
Spätresultate nach Meniskektomie.
Z.Unfallmed.Berufskr.70: 63 (1977)

97. SCHREIBER,A.u.DEXEL,M.:
Gonarthrose nach Meniskektomie u.
Meniskektomie bei Gonarthrose.
Chirurg 50: 618-625 (1979)

98. SCHULITZ,K.P.u.GELDHAUSER,H.:
Aufbrauchschaden am Kniegelenk nach
Entfernung dysplastischer Menisken.
Z.Orthop.111: 127 (1973)

99. SCHUMACHER,K.et al:
Zur Manifestation der Chondropathia
patellae im Röntgennativbild.
Fortschr.Röntgenstr.131, 6:
636-639, Georg Thieme Publishers (1979)

100. SILFVERSKIÖLD,N.:
Chondromalacia patellae.
Mschr.Unfallheilkunde 39: 193 (1932)

101. STEIN,W.u.KRAHL,H.:
Die funktionelle Anatomie als Schlüssel
zur Diagnostik u.Therapie von Kapsel-
bandverletzungen des Kniegelenks.
Z.Krankengymnastik (KG) 31 Nr.5:
218-224 (1979)

102. STRAUSS,J.: Formabweichungen des Schienbeinkopfes
bei der Femoropatellararthrose.
Z.Orthop.112: 716 (1974)

103. STRELI,R.: Spätergebnisse nach partieller Meniskus-
resektion bei 82 Fällen (Nachunter-
suchungen nach 18-25 Jahren).
Chirurg 26: 97 (1955)

104. STUCKE: zit.n.Baumgartl,F.: Das Kniegelenk.
Springer, Berlin/Göttingen/Heidelberg
265 (1964)

105. TAPPER,E.M.u.HOOVER,N.W.:
Late Results after Meniscectomy.
J.Bone Jt.Surg.51A: 517 (1969)

106. THIJN,C.P.: Double-contrast arthrography in meniscal
lesions and patellar chondropathy.
Radiol.Clin.45: 345 (1966)

107. VIERNSTEIN,K.u.WEIGERT,M.:
Chondromalacia patellae beim Leistungs-
sportler.
Z.Orthop.104: 432 (1969)

108. VILLIGER,K.J.: Zur Patella-Chondropathie, Erfahrungen bei 100 Medialisierungen. Chirurg 47: 547-554 (1976)

109. WEIGAND,H.,RAHMANZADEH,R.u.SARVESTANI,M.: Radiologische Spätbeobachtungen am Kniegelenk nach Meniskektomie. Unfallheilkunde 126: 404-407 (1975)

110. WIBERG,G.: Roentgenographic and anatomic studies on the femoro-patellar joint with special reference to Chondromalacia patellae. Acta Orthop.Scand.12: 319 (1941)

111. WIRTH,W.: Arthrosen, Pathogenese-Diagnose-Therapie. Colloquia rheumatologica, Werk Verl.München, 7-9 (1980)

112. WOLF,F.: Zur Frage der Arthrose nach Meniskektomien unter Berücksichtigung der BK 42. Unfallheilkunde 110: 197-199 (1971)

113. WRUHS,O.: Endoskopisch erfaßbare Veränderungen des Femoropatellargelenks. Z.Orthop.111: 525 (1973)

114. ZIPPEL,H.: Meniskusschäden u. Meniskusverletzungen. Arch.Orthop.Unfallchir.56: 236 (1964)

115. ZIPPEL,H.u.WEISS,R.: Erfahrungen u.Ergebnisse mit Diagnostik u. operativer Therapie des retropatellaren Knorpelschadens am Kniegelenk durch Umlagerung der Tuberositas tibiae. Zbl.Chir.106: 220-232 (1981)

116. ZOHLEN,E.: Chondropathia patellae, über ihre Bedeutung und ihr Wesen. Bruns Zeit.klin.Chir.124: 19 (1947)

117. ZOLLINGER,H.: Arthroskopie bei Chondropathia patellae. Referat gehalten an der 3.Deutsch-Österreich.-Schweiz.Unfalltagung in Wien 3.-6.10. (1979)

9. DANKSAGUNG

Mein besonderer Dank gilt meinem Lehrer,
Herrn Professor Dr.W.Kozuschek, Chefarzt der Chirurgischen Abteilung des Knappschafts-Krankenhauses Bochum-Langendreer, Universitätsklinik, für die Anregung, dieses Dissertationsthema zu behandeln und die freundliche Betreuung und Begleitung meiner Arbeit.

Dem Chefarzt der Röntgenabteilung des Knappschafts-Krankenhauses Bochum-Langendreer, Herrn Dr.W.Kuhlo, danke ich für die Erlaubnis, die für meine Arbeit nötigen Röntgenaufnahmen in seiner Abteilung anfertigen zu lassen. Die Röntgenassistentinnen der Abteilung waren so freundlich, diese Aufnahmen anzufertigen.
Herrn Oberarzt Dr.J.Starzyk habe ich sehr zu danken für die Durchsicht und Besprechung der für die Untersuchung herangezogenen Röntgenaufnahmen.

Die Bergbau-Berufsgenossenschaft hat mir entgegenkommenderweise die Krankenakten der in der Arbeit untersuchten Probanden zugänglich gemacht und mir mit einer Diapositivreihe über "die Arbeitshaltung des Bergmanns" eine nützliche Hilfe geboten.

Nicht zuletzt danke ich der Sekretärin, Frau Reitz, die das Manuskript der Arbeit geschrieben und in die für den Druck nötige Fassung gebracht hat.

10. LEBENSLAUF

Am 23.11.1943 wurde ich in Jazd, Iran, als fünftes Kind des Landwirts Jadollah Farazandeh und seiner Ehefrau Fateme, geborene Mahmud-Nejad, geboren.

1950 wurde ich in die Volksschule Saadi in Jazd eingeschult, die ich nach 6 Jahren verließ, um zum Gymnasium Kjchossrowi überzuwechseln. 1962 machte ich dort das naturwissenschaftliche Abitur.

Seit 1963 bin ich in der Bundesrepublik Deutschland. Im Goethe-Institut erlernte ich die Deutsche Sprache und begann mein Vorstudium 1964 im Studienkolleg der Westfälischen Wilhelm-Universität Münster.

Im Wintersemester 1964/65 nahm ich mein Medizinstudium an der Westfälischen Wilhelm-Universität Münster auf.

Dort bestand ich am 30.09.1969 die ärztliche Vorprüfung.

Mein Staatsexamen legte ich am 06.07.1973 an dieser Universität ab.

Vom 01.09.1973 bis 31.12.1973 arbeitete ich als Medizinalassistent in der Chirurgischen Klinik der Krankenanstalten Bergmannsheil Bochum, Chefarzt Professor Dr.Rehn.

In der Medizinischen Klinik der Krankenanstalten Bergmannsheil Bochum, Chefarzt Professor Dr.Fritze, war ich vom 01.01.1974 bis 31.05.1974 tätig. In der Gynäkologischen-Geburtshilflichen Abteilung des Marien-Hospitals in Wattenscheid war ich vom 01.06.1974 bis 01.09.1974 als Medizinalassistent und weitere 3 Monate als Assistenzarzt beschäftigt.

Am 01.12.1974 begann ich meine Ausbildung in Allgemeinchirurgie in der Chirurgischen Abteilung des Knappschafts-Krankenhauses Bochum-Langendreer.

Seit dem 09.05.1975 bin ich mit Christa Farazandeh, geborene Teves, verheiratet und habe 2 Söhne.

Die Anerkennung als Arzt für Chirurgie wurde mir am 05.03.1980 zugesprochen.

Zur Zeit arbeite ich als Assistenzarzt in der Chirurgischen Abteilung des Knappschafts-Krankenhauses Bochum-Langendreer, Universitätsklinik, Chefarzt Professor Dr.W.Kozuschek.